

**DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA AUTOMATIZAR EL  
POSICIONAMIENTO DE UN PARCHE DE POLIETILENO SOBRE EL TUBULAR  
DE CAUCHO EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN EN LA EMPRESA  
RUBBERMIX S.A.**

**NELSON JARA VARELA**

**Trabajo para optar al título de  
Ingeniero mecánico**

**Director  
JOSÉ FABIÁN TORRES  
Ingeniero mecánico**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
OCCIDENTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA INGENIERIA MECANICA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2003**

**DISEÑO DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA AUTOMATIZAR EL  
POSICIONAMIENTO DE UN PARCHE DE POLIETILENO SOBRE EL TUBULAR  
DE CAUCHO EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN EN LA EMPRESA  
RUBBERMIX S.A.**

**NELSON JARA VARELA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
OCCIDENTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA INGENIERIA MECANICA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2003**

**Trabajo aprobado por el comité de grado  
en cumplimiento de los requisitos exigidos  
por la Universidad Autónoma de Occidente  
para optar el título de Ingeniero Mecánico.**

**OSCAR HERNÁNDEZ**  
Jurado

**CARLOS OSORIO**  
Jurado

**Santiago de Cali, 26 de Noviembre del 2003**

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1. ASPECTOS GENERALES DE RUBBERMIX S.A.</b>	<b>14</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
<b>3. POLÍTICA DE CALIDAD</b>	<b>18</b>
<b>4. POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL</b>	<b>19</b>
<b>5. PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL</b>	<b>20</b>
<b>5.1 TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>20</b>
<b>5.2 MATERIAS PRIMAS</b>	<b>20</b>
<b>5.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>21</b>
<b>6. PRODUCTOS</b>	<b>23</b>
<b>6.1 LÍNEA DE FABRICACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>6.2 LÍNEA DE COMERCIALIZACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>7. SITUACIÓN ACTUAL DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>26</b>
<b>8. ANÁLISIS TÉCNICO POR SECCIONES</b>	<b>27</b>
<b>8.1 SECCIÓN DE MEZCLADO</b>	<b>27</b>
<b>8.2 SECCIÓN DE EXTRUSIÓN</b>	<b>27</b>
<b>8.3 SECCIÓN DE PREPARACIÓN</b>	<b>29</b>

<b>8.4 SECCIÓN DE EMPALME</b>	<b>29</b>
<b>8.5 SECCIÓN DE VULCANIZACIÓN</b>	<b>29</b>
<b>8.6 SECCIÓN DE REVISIÓN</b>	<b>30</b>
<b>8.7 SECCIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>30</b>
<b>8.8 SECCIÓN DE LOGÍSTICA</b>	<b>30</b>
<b>9. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN</b>	<b>31</b>
<b>10. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>32</b>
<b>10.1 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø1” LONGITUD DE CARRERA 3”</b>	<b>32</b>
<b>10.2 DISCOS LATERALES</b>	<b>35</b>
<b>10.3 EJE PORTA-ROLLO</b>	<b>35</b>
<b>10.4 FRENO</b>	<b>40</b>
<b>10.5 RODILLOS DE TRACCIÓN</b>	<b>45</b>
<b>10.6 PIÑÓN DE EJES</b>	<b>45</b>
<b>10.7 TRINQUETE</b>	<b>49</b>
<b>10.8 CREMALLERA</b>	<b>50</b>
<b>10.9 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø 1” LONGITUD DE CARRERA 1”</b>	<b>55</b>
<b>10.10 CUCHILLA DE CORTE</b>	<b>56</b>
<b>10.11 AMORTIGUADOR DE IMPACTO</b>	<b>64</b>
<b>10.12 SOPORTE CENTRAL</b>	<b>69</b>
<b>10.13 RODILLOS GUÍAS</b>	
<b>10.14 RODILLO DE ENTRADA</b>	

<b>10.15 FOTO CELDA INDUCTIVA</b>	<b>75</b>
<b>10.16 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø 3” LONGITUD DE CARRERA 4”</b>	<b>76</b>
<b>10.17 FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA</b>	<b>88</b>
<b>11 RELACIÓN COSTO / BENEFICIO</b>	<b>92</b>
<b>12 CONCLUSIONES</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>95</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 1 Comparación entre la operación manual y automática.	31
TABLA 2 Resortes formulas para el cálculo.	38
TABLA 3 Materiales para resortes.	39
TABLA 4 Coeficientes de fricción estática y de deslizamiento.	43
TABLA 5 Conductividades térmicas, calores específicos, gravedades específicas de metales y aleaciones.	63
TABLA 6 Composición y propiedades de aleaciones fundidas a base de cobre.	67
TABLA 7 Composición de aleaciones seleccionadas de níquel.	67
TABLA 8 Temperaturas para tratamientos térmicos de aceros al carbono.	68
TABLA 9 Rodamientos rígidos de bolas.	73
TABLA 10 Rodamientos rígidos de bolas con placas de protección o de obturación.	74
TABLA 11 Limites de juegos para ajustes de rotación y deslizamiento.	81
TABLA 12 Limites de interferencia para ajustes forzados o por contracción.	81
TABLA 13 Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas con rosca corriente sistema " Whitworth".	85
TABLA 14 Dimensiones de cabezas de tornillos, tuercas y arandelas, Sistema "Whitworth".	86
TABLA 15 Resistencia de tornillos de norma americana.	87
TABLA 16 Relación costo / beneficio del proyecto	92

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso	22
Figura 2. Ubicación de la colocadora de polietileno en la sección de extrusión.	26
Figura 3. Método manual.	28
Figura 4. Cilindro neumático Ø 1" longitud de carrera 3".	32
Figura 5. Disco lateral.	35
Figura 6. Eje porta-rollo	35
Figura 7. Freno.	40
Figura 8. Rodillos de tracción.	45
Figura 9. Piñones de ejes.	45
Figura 10. Trinquete.	49
Figura 11. Cremallera.	50
Figura 12. Cilindro neumático Ø 1" longitud de carrera 1"	55
Figura 13. Cuchilla.	56
Figura 14. Amortiguador de impacto.	64
Figura 15. Soporte central.	69
Figura 16. Rodillos guías.	70
Figura 17. Rodillo de entrada.	75
Figura 18. Foto celda inductiva.	75
Figura 19. Cilindro neumático Ø 3" longitud de carrera 4".	76
Figura 20. Maquina para posicionar                      parche de polietileno.	91



## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1 : diagrama Presión- Fuerza.	34
Anexo 2 : frenos.	44
Anexo 3 : fórmulas generales para engranajes rectos según el sistema normal de módulo.	48
Anexo 4 : engranajes interiores y cremallera.	54
Anexo 5 : tratamiento térmico y Prueba de las propiedades mecánicas.	59
Anexo 6 : prueba de las propiedades mecánicas.	60
Anexo 7 : despiece rodillo porta lamina de polietileno.	98
Anexo 8 : sistema de freno rodillo.	105
Anexo 9 : piñón de ejes.	109
Anexo 10: sistema trinquete.	111
Anexo 11: despiece mecanismo piñón – cremallera.	118
Anexo 12: despiece sistema de corte.	131
Anexo 13: sistema recibidor de impacto.	139
Anexo 14: placa sistema recibidor.	144
Anexo 15: despiece sistema pisador.	146
Anexo 16: sistema rodillo guía lamina.	159
Anexo 17: placa, tapas, ejes y placa de base.	163
Anexo 18: Sistema eléctrico máquina para posicionar lámina de polietileno.	173
Anexo 19: cotización.	

## **GLOSARIO**

**CÁMARA DE AIRE** : neumático.

**COMPUESTO**: mezcla de materias primas ( bítulo, negro de humo, aceite, etc)

**CONFORMADO**: preforma del tubular con aire en estado inelástico.

**GUILLOTINA**: cuchilla en el extremo de una placa que rota alrededor de un eje usada para cortar el tubo de caucho en la sección de extrusión.

**LAMINA DE POLIETILENO**: cinta de polietileno de ancho 10 centímetros embobinada en un rollo de cartón.

**MOLDE**: elemento de acero compuesto por dos tapas una inferior y otra superior quienes poseen cavidad interna por donde recircular el vapor y cavidad externa que tiene la forma del neumático.

**MOLINO QUEBRANTADOR**: son un par de cilindros donde uno de los cuales es liso y el otro posee unos canales ranurados paralelos al eje del rodillo.

**NEUMÁTICO**: tubular de caucho vulcanizado.

**NEUMÁTICO PARA REENCAUCHE**: cámara de aire que se ubica en el interior de las llantas a las cuales se les reconstruye la zona de contacto con el suelo. (estas cámaras no se usan en vehículos para transporte)

NEUMÁTICO RADIAL : cámara de aire que se ubica en el interior de las llantas de vehículos para transporte.

PARCHE: trozo de polietileno de 13 X 10 centímetros.

REPROCESO: tubular con defectos que debe ser extruido de nuevo.

TUBULAR: tubo de caucho extruido de caucho sin vulcanizar.

VÁLVULA : elemento de bronce incorporado al neumático durante su fabricación para inyectar aire al neumático una vez se ubique dentro de la llanta.

VENTILES : canales construidos en el molde de vulcanización para evacuar el aire que queda entre la preforma y el molde.

VULCANIZAR: etapa de transformación del tubular de caucho (inelástico) a neumático (elástico).

## **RESUMEN**

Partiendo de la necesidad de automatizar un método manual en la sección de extrusión en la empresa Rubbermix S.A., y utilizando al máximo los recursos de repuesto que esta posee en su almacén se dará solución a dicha necesidad.

Se estudiarán los defectos generados por tal operación, en cada paso del proceso de fabricación del producto, determinando las causas que los generan. Se analizarán los movimientos que efectúa el operario durante la ubicación manual del parche de polietileno, y se compararán estos movimientos con elementos mecánicos que los puedan homologar .

Se hará uso de libros de mecanismos, transferencia de calor , catálogos, manuales y software para el cálculo, diseño y construcción de los mecanismos que no son comerciales y que requieren del diseño para fabricación por mecanizado y tratamiento térmico, al igual que para los cálculos de los elementos hallados en el almacén de repuestos. Cabe resaltar que de los elementos hallados en el almacén algunos pueden ser sobredimensionados en sus características para el diseño de la máquina, pero se adaptan a ésta con el fin de reducir costos del proyecto.

Actualmente se hallan en el comercio elementos como el caso de los cilindros neumáticos de doble efecto, que cumplen con características especiales de funcionamiento como la amortiguación, que podría sustituir el amortiguador de impacto, pero tienen un alto costo comparado con el del mecanismo diseñado. Se efectuará el costo del proyecto y los beneficios a que este conlleva, presentando de esta manera una máquina que de solución a la necesidad de automatizar el posicionamiento de un parche de polietileno sobre el tubular de caucho en la línea de extrusión en la empresa Rubbermix S.A.

## INTRODUCCIÓN

En el campo industrial hay mucha oportunidad en el mejoramiento de procesos, ya que haciendo uso de elementos existentes, se pueden automatizar algunas operaciones, con diferentes variables y mejorar la calidad de vida del ser humano.

Las ingenierías actualmente buscan su aplicación en todos los campos de la ciencia para obtener control de los procesos.

El proceso de fabricación de neumáticos en la empresa Rubbermix es en serie para lo cual la compañía posee las secciones de mezcla, extrusión, preparación, empalme, vulcanización, revisión y empaque. Es en la sección de extrusión donde tiene lugar el proyecto de grado.

En la sección de extrusión se llevan a cabo la filtración del compuesto, extrusión del tubo de caucho, ubicación de la lámina de polietileno, impresión del sello de trazabilidad y el corte longitudinal del tubo de caucho, proceso que se detallará más adelante.

Este proyecto de grado integra ciencias como resistencia de materiales, mecanismos y neumática.

## 1. ASPECTOS GENERALES DE RUBBERMIX S.A.



**RUBBERMIX S.A.**



Antigua carretera Cali Yumbo km 11  
Calle 9A. NO. 21A-130 Yumbo  
PBX: 669 3003 . FAX: 6694594  
Cali - Colombia

[rubermix\\_com@telesat.com.co](mailto:rubermix_com@telesat.com.co)



Rubbermix S.A. se encuentra localizada en el kilómetro 11 de la antigua carretera Cali – Yumbo, siendo esta una ubicación estratégica para efectos de la logística en el recibo de las materias primas nacionales e importadas, lo mismo que los despachos de productos terminados tanto para despachos nacionales e internacionales.(Buenaventura principal puerto marítimo sobre el Océano Pacífico)

Es una empresa fundada en el año de 1990 sus operaciones se iniciaron con la mezcla de caucho durante los primeros 5 años, desde entonces mezcla y procesa caucho para producir neumáticos para el sector del transporte terrestre.

Posee una capacidad de producción de 90.000 unidades mensuales, actualmente posee el 30 % del mercado nacional y exporta a países como Ecuador y Perú.

De Rusia y China es importada la materia prima principal como son el butilo y el negro de humo, el resto de componentes como: el azufre, el aceite y los acelerantes son de consecución nacional.

La planta fabricante de cámaras de aire, nace con la necesidad de Goodyear Tire & Rubber company de establecer una fuente de suministro para su red de distribución en Colombia, Países del pacto andino y América del Sur.

Por tal motivo se creo una alianza estratégica entre Goodyear de Colombia Y Rubbermix S.A. Con el fin de emprender la producción de cámaras de aire para neumáticos con su marca Goodyear, con especificaciones internacionales y bajo los exigentes controles de calidad dictados por el centro mundial de calidad Luxemburgo.

Adicionalmente suministran compuestos para las industrias de bandas transportadoras, correas de transmisión, perfiles, retenedores, empaquetaduras, rodillos, soportes, suelas entre otras.

Son fabricantes de curing tubes con altas especificaciones de rendimiento en el proceso de reencauche.

El neumático no se ha eliminado de los países subdesarrollados como Colombia, Ecuador, Perú, entre otros, debido a la topología de las carreteras, solo en rines como el GR13 y el GR14 se encuentran llantas sellomáticas (sin neumático) por el bajo peso de la carrocería de estos automóviles aunque no son muy eficientes en carreteras amorfas, motivo por el cual ocurre lo contrario en los autobuses, camiones , volquetas y los tractores que requieren de neumáticos en sus llantas.



## **2. ANTECEDENTES**

Rubbermix S.A. posee equipos de gran capacidad como el banbury, que es un mezclador de caucho, el cual fue de las primeras máquinas que adquirió la compañía y por tal motivo se dedicó en sus primeros años a la mezcla de compuestos, para empresas como Goodyear de Colombia, y años mas tarde en convenios con esta empresa productora de llantas y neumáticos adquirió la sección de neumáticos, contratando tecnología brasilera, se especializó en la fabricación de éstos.

Inicialmente compraba la materia prima a Goodyear de Colombia y se la vendía transformada en neumáticos, ya que era de difícil importación dicha materia prima (caucho y negro de humo) para una empresa que se acababa de conformar.

Con el aporte del personal brasilero en la técnica de fabricación del neumático, mejora la efectividad de la planta y se adquiere la licencia para importar la materia prima de países como Rusia y China. De esta manera se empiezan a efectuar contratos de venta con clientes como Auto Fax y Regigantes y lógicamente a Goodyear de Colombia permitiendo así la independencia de ventas con otros clientes.

### **3. POLÍTICA DE CALIDAD**

Rubbermix S.A tiene como política de calidad mantener una comunicación directa con el cliente para establecer sus requerimientos; garantizando la calidad de sus productos, el cumplimiento y la satisfacción a sus clientes y el mejoramiento continuo de sus procesos.

Actualmente esta llevando a cabo gestiones para certificarse con la norma ISO 9001 versión 2000.

#### **4. POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL**

Rubbermix S.A esta comprometida con el medioambiente devolviéndole a él los recursos tomados ( agua, aire ) en condiciones iguales o mejores a través de filtros, preservando así la flora y fauna de su lugar de operaciones.

## 5. PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL

### 5.1. TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

La producción de neumáticos es un proceso en serie, el material de proceso es reversible antes de entrar a la sección de vulcanización, es decir hasta el proceso de empalme, y cuando sale con alguna imperfección recibe el nombre de reproceso, el cual se suministra en proporciones definidas por el departamento de tecnología y compuesto, para volverse a mezclar.

El método que se utiliza en las secciones de mezcla, extrusión, preparación y vulcanización es el sistema FIFO (first in first out) lo primero que entra es lo primero que sale.

### 5.2. MATERIAS PRIMAS

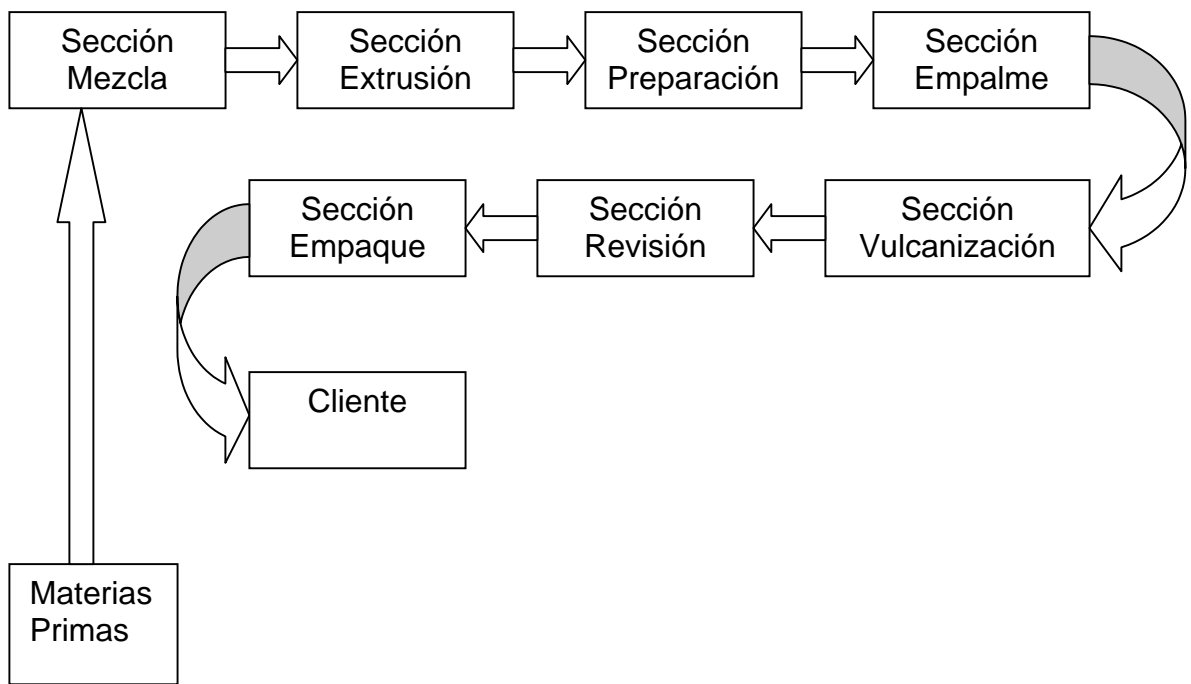
Entre las materias primas se Encuentran:

- **Butilo:** Es producto de la síntesis química entre el isopreno y el isobutileno, es importado de Rusia y China.
- **Negro de humo:** se obtiene de la quema de aceite en hornos y su granulometría la definen mallas con diferentes mesh (agujeros por pulgada), es producido por Cabot.
- **Válvulas:** este elemento es importado.
- **Aceite parafínico:** o aceite de proceso de consecución nacional.
- **Otros componentes:** Azufre y Acelerantes, son comerciales nacionalmente.

### **5.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN**

El proceso de producción de neumáticos en la empresa Rubbermix S.A. es en serie, empezando por el área de mezclado donde se integran las materias primas obteniendo una mezcla homogénea, de aquí pasa a la sección de extrusión donde llega inicialmente aun molino quebrantador, donde se eliminan las burbujas de aire que pueda traer el compuesto y por medio de una banda transportadora llega a una máquina que lo filtra y lo hace llegar a un molino laminador que lo lamina y lo envía en forma de tira a la máquina extrusora, por medio de unas boquillas en esta, se extruye en forma de tubular y al pasar por una serie de bandas sumergidas en agua con el fin de bajar la temperatura del tubular, entra a la zona donde un operario coloca manualmente un parche de polietileno para inmunizar el sector donde se alojará la válvula, seguidamente es colocado un sello en tinta con el fin de seguir la trazabilidad dentro del proceso interno. Luego una guillotina lo corta de acuerdo a la longitud especificada de la referencia extruida, de aquí es arrumado en varias bandejas de madera y entregado a la sección de preparación y es aquí donde se desprende el parche de polietileno y se coloca manualmente la válvula ubicándose posteriormente en unos carros para trasladarlos a la sección de empalme donde gracias a unas resistencias eléctricas se emparejan los extremos a unir y por presión de cilindros neumáticos se unen los extremos del tubular obteniendo una circunferencia de caucho. Luego es transportado a la sección de vulcanización donde toma la preforma de neumático a través de unos conformadores, esta preforma es introducida en un molde donde se vulcaniza el tubular, y finalmente sale como neumático a la sección de revisión y empaque.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso.



## 6. PRODUCTOS

### 6.1 LÍNEA DE FABRICACIÓN

En Rubbermix S.A. se fabrican dos tipos de productos:

- **Neumático radial:** es empleado en todas las líneas de transporte terrestre en el cual se producen las siguientes referencias:
  - GR13
  - GR14
  - 700 x 15
  - 750 x 15
  - 825 x 20
  - 900 x 20
  - 1000 x 20
  - 1100 x 20
  - 1100 x 22
  - 1300 x 24
  
- **Neumático para reencauche:** Este producto es empleado en el reencauche de llantas y únicamente se utiliza para aplicar la presión interna de la llanta a reencauchar. ( reencauche es colocar nuevamente la parte de contacto con el suelo de una llanta desgastada). En esta clase de neumático se producen las siguientes referencias:
  - 750 x 15
  - 825 x 20
  - 900 x 20

- 1000 x 20
- 1100 x 20

## **6.2 LÍNEA DE COMERCIALIZACIÓN**

Rubbermix S.A tiene clientes nacionales que son la serví tecas, distribuidores autorizados y empresas nacionales como Goodyear de Colombia, Regigantes y autofax.

Exporta sus productos a países como Ecuador y Perú.

Entre los fabricantes nacionales están:

- Goodyear
- Pirelli

Entre los fabricantes de exportación están:

- Erco. (Ecuador)
- Lima caucho. (Perú)

Entre los distribuidores nacionales se encuentran:

- Autofax. (Medellín)
- Merquellantas. (Bogota)
- Mercallantas. (Medellín)
- Regigantes. (Medellín)

Entre los distribuidores de exportación están:

- Impone. (Ecuador)



- Renovallantas. (Ecuador)

Entre los distribuidores se encuentran:

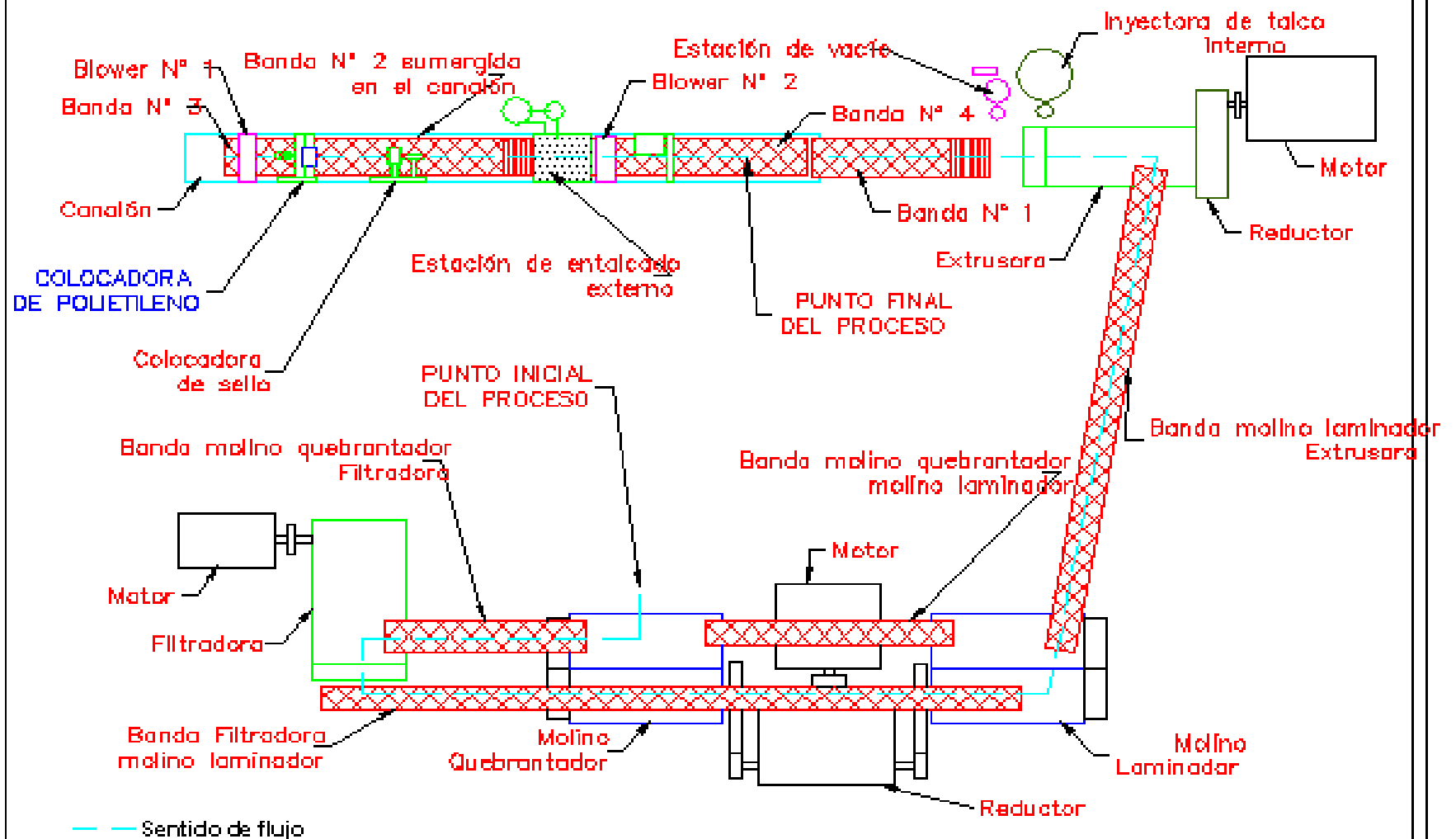
- Autofax
- Comercializadora llantas unidas
- Merque llantas
- Merca llantas
- Regigantes
- Portorios
- Impone
- Lima cauchos

## **7. SITUACIÓN ACTUAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente el compuesto que sale de la sección de mezcla llega al área de extrusión que cumple con el siguiente proceso, dicho compuesto se introduce en el molino quebrantador que retira las partículas de aire que traiga el material, de aquí pasa a la máquina filtradora que retira los cuerpos extraños del material limpiándolo de toda impureza y lo hace llegar a través de una banda transportadora al molino laminador, que lo envía a la tolva de alimentación de la máquina extrusora en forma de lámina y una vez aquí, ésta máquina lo extruye en forma de tubo de caucho al obligarlo por medio de un tornillo sin fin a atravesar una boquilla cónica, el tubular es sumergido en un tanque con agua por medio de una banda para reducir la temperatura del tubular, luego se le ubica manualmente un parche de polietileno, para inmunizar el área donde se alojara la válvula, posteriormente se coloca el sello para reconocer el lote de producción y de aquí se sumerge en una solución jabonosa para evitar que se adhiera un tubular con otro, al momento de arrumarlos y finalmente por medio de una guillotina automática, se corta el tubular a la longitud especificada y luego se arruman en grupos de dos o tres de acuerdo a la referencia a producir.

En la operación de ubicar el parche de polietileno sobre el tubular se está teniendo una pérdida de 25 unidades diarias no producidas por problemas de presión, posición incorrecta, distancia incorrecta y unidades sin el parche, lo cual está generando exceso de horas extras y mayores consumos de energía eléctrica, además de problemas de ergonomía en el operario que ubica el parche, debido a que permanece las diez horas del turno de pie y asentando el parche sobre el tubular a través de un rodillo con la ayuda de la fuerza de su brazo lo cual no garantiza una presión constante del parche.

## UBICACION DE LA COLOCADORA DE POLIETILENO EN LA SECCION DE EXTRUSION



## **8. ANÁLISIS TÉCNICO POR SECCIONES**

### **8.1 SECCIÓN DE MEZCLADO**

Aunque es la sección donde se mezclan todas las materias primas, se ve afectada por la operación manual de colocar el parche de polietileno, debido al reproceso que este genera en la sección de extrusión ocupa todas las estibas destinadas al compuesto y obliga a parar el proceso de mezcla.

### **8.2 SECCIÓN DE EXTRUSIÓN**

En esta sección el compuesto es laminado, filtrado y extruido una vez transformado en tubular, atraviesa un tanque con agua a 5°C en el cual entra a 90°C y sale a 37 – 40°C, a la salida pasa por un secador con aire caliente que retira las partículas de agua de la superficie ( todo el transporte se lleva a cabo por bandas transportadoras) una vez seca la superficie, un operario previamente recortados los parches de polietileno de baja densidad, los ubica visualmente sobre el tubular con una mano y con la otra usando un rodillo, le ejerce presión, luego el tubular pasa por un tanque con solución a base de zinc para evitar la adherencia entre superficies, esta sección produce 1000 tubulares en un turno de 10 horas en las cuales 50 unidades se reprocesan, se analizaron estas unidades defectuosas y se halla lo siguiente:

- Ubicación del parche fuera de los 30 centímetros especificados.
- Ubicación del parche antiparalelo al tubular.
- Residuos de solución a base de zinc debajo del parche .
- Burbujas de aire dentro del parche.
- Dimensiones del parche fuera de las especificadas 13 X 10centímetros.
- Tubulares sin el parche.

Figura 3. Método manual.



### **8.3 SECCIÓN DE PREPARACIÓN**

En esta sección se perfora el tubular en el centro del parche con la ayuda de una perforadora neumática, luego se retira el parche de polietileno manualmente y se procede a ubicar la válvula de forma manual y finalmente con la ayuda de un pisador neumático se asienta la válvula contra el tubular por espacio de 3 segundos a una presión de 90 PSI. Aquí se presenta un problema derivado de la ubicación manual del parche que se observa en un proceso mas adelante que es la revisión del neumático en el cual se presenta defectos como:

- Válvula ubicada fuera de la especificación de cada referencia.
- Residuos de polietileno debajo de la válvula.

### **8.4 SECCIÓN DE EMPALME**

En esta área se rectifican los extremos del tubular dando paralelismo, para efectuar la pega por presión que dura 10 segundos. Esta área se ve afectada por la ubicación manual del parche, en pérdidas de tiempo debido a la falta de material para empalmar, ya que en reparación se devuelve la producción que trae los defectos anteriormente mencionados en dicha sección.

### **8.5 SECCIÓN DE VULCANIZACIÓN**

Esta sección se ve afectada gravemente por los errores de la ubicación manual del parche ya que una vez el neumático ingresa al molde el proceso se vuelve irreversible y ya se entra a hablar de desperdicio o material que no es reprocesable y va directamente a la zona de basuras, ocurre usualmente cuando se filtra alguno de los defectos anteriormente mencionados en las secciones anteriores. En estos equipos cada 4 minutos sale un neumático.

## **8.6 SECCIÓN DE REVISIÓN**

Esta es la sección de control de calidad donde es revisado cada detalle del neumático que pasara a ser empacado, es aquí donde se detectan todos los problemas del proceso. En esta sección el neumático defectuoso es enviado a la zona de basuras.

## **8.7 SECCIÓN DE MANTENIMIENTO**

La afecta la ubicación manual del parche ya que cuando la válvula del tubular se desprende dentro del molde, el caucho se adhiere a las paredes del molde y tapa los desfuegos de aire (ventiles) y se genera la limpieza del molde operación que requiere de 30 minutos para el funcionamiento nuevamente del equipo.

## **8.8 SECCIÓN DE LOGÍSTICA**

La válvula que se retira para reprocesar el tubular es desechada por el estado de deterioro en que queda y debe ser reemplazada por una nueva, lo cual acarrea perdidas monetarias por desperdicio.

La compañía Rubbermix en la sección de extrusión tiene una capacidad de producción de 1000 unidades por turno, con un reproceso del 2.5% mensual producto de fallas en la ubicación manual del parche.

## 9. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Es necesario construir un dispositivo que reemplace la operación manual de ubicar el parche sobre el tubular, el cual debe alimentar la lámina, cortar el parche a la medida especificada, posicionarlo y presionarlo sobre el tubular, de forma automática, el cual debe garantizar también un producto homogéneo en estas variables.

Analizando las variables que tiene el proceso de posicionar manualmente el parche sobre el tubular se pueden usar los siguientes mecanismos que homologuen las funciones del operario:

Tabla 1. Comparación entre la operación manual y automática.

Operación Manual	Operación Automática
Desenrollar lámina de polietileno	Cilindro neumático-rodillo
Cortar parche	Cilindro neumático-cuchilla- resistencia
Dimensiones parche	Longitud de carrera cilindro neumático - Trinquete - piñón cremallera.
Ubicación visual del parche	Rodillo de PVC en contacto tangente Con rodillo metálico y tubular.
Presión del parche contra el tubular	Foto celda - cilindro neumático - rodillo



## 10. DESARROLLO DEL PROYECTO

Algunos de estos elementos se hallaban en stock y se tenían en condición de repuestos para el resto de maquinaria, la compañía Rubbermix solicitó emplear el máximo de elementos posibles de los hallados en su almacén de repuestos con el fin de evacuar repuestos que se iban a dar de baja y reducir los costos del proyecto. ( ver planos anexos al final del texto)

### 10.1 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø1" LONGITUD DE CARRERA 3".

Es el cilindro neumático de alimentación de lámina de polietileno, la función de este cilindro es la de alimentar la lámina de polietileno hacia el sistema de corte haciendo rotar los rodillos de tracción a través de la cremallera.

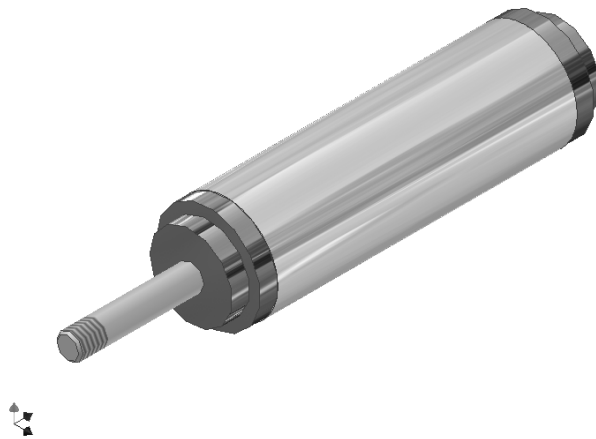


Figura 4. Cilindro neumático Ø 1" longitud de carrera 3".

La presión de trabajo es de 60 PSI y la fuerza es calculada de la siguiente manera:  
( ver anexo 1 )

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Presión} \times \text{Área}$$

$$\text{Área} = \pi \times \text{Radio Cuadrado}$$

$$\text{Área} = 3.1416 \times (1/2")^2 \text{ cuadrado}$$

$$\text{Área} = 0.7853" \text{ cuadrado}$$

$$\text{Fuerza} = 60 \frac{\text{libras}}{\text{Pulgada cuadrada}} \times 0.7853 \text{ pulgadas cuadradas}$$

$$\text{Fuerza} = 47.1238 \text{ libras.}$$

Este cilindro neumático en un tiempo de 2 segundos recorre 76.2 mm. con lo cual alcanza una velocidad de :

$$\text{Espacio} = 76.2 \text{ mm.} \times \frac{1 \text{ m.}}{1000 \text{ mm.}}$$

$$\text{Espacio} = 0.0762 \text{ m.}$$

$$\text{Tiempo} = 2 \text{ seg.} \times \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ seg.}}$$

$$\text{Tiempo} = 0.033 \text{ min.}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{0.0762 \text{ m.}}{0.033 \text{ min.}}$$

$$\text{Velocidad} = 2.309 \text{ m. / min.}$$

## Anexo 1. Diagrama Presión - Fuerza

### Tablas de cálculo

#### Diagrama Presión-Fuerza

El primer dato para la elección del diámetro de un cilindro es la fuerza que se precisa, en relación con la presión de servicio.

La fuerza del émbolo se emplea en un pequeño tanto por ciento en rozamiento, y el resto en la carga.

La siguiente fórmula es la base del diagrama:

$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} - R$$

$F$  = Fuerza efectiva del vástago (N)  
 $p$  = Presión de trabajo (bar)  
 $d$  = Ø del émbolo (cm)  
 $R$  = Rozamientos (N)

Sólo pueden darse valores orientativos, puesto que la fuerza de fricción o rozamiento depende de muchos factores (lubricación, presión de trabajo, contrapresión, forma de la junta, etc.). La contrapresión genera una fuerza que actúa en dirección contraria, anula en parte la fuerza útil y se presenta particularmente cuando se estrangula el aire de escape. En el diagrama se tiene en cuenta una fuerza de fricción empírica del 10 % aprox.

Ejemplo: Carga 800 N (= 80 kp), presión de la red 6 bar.

Determinar: Ø del émbolo necesario, presión de trabajo a ajustar.

Solución: Desde  $F = 800$  N, verticalmente hasta la línea de 6 bar. El diámetro de émbolo inmediatamente mayor disponible de 50 mm se sitúa entre las líneas de 4 a 5 bar, o sea presión de trabajo a ajustar, aprox. 4,5 bar.

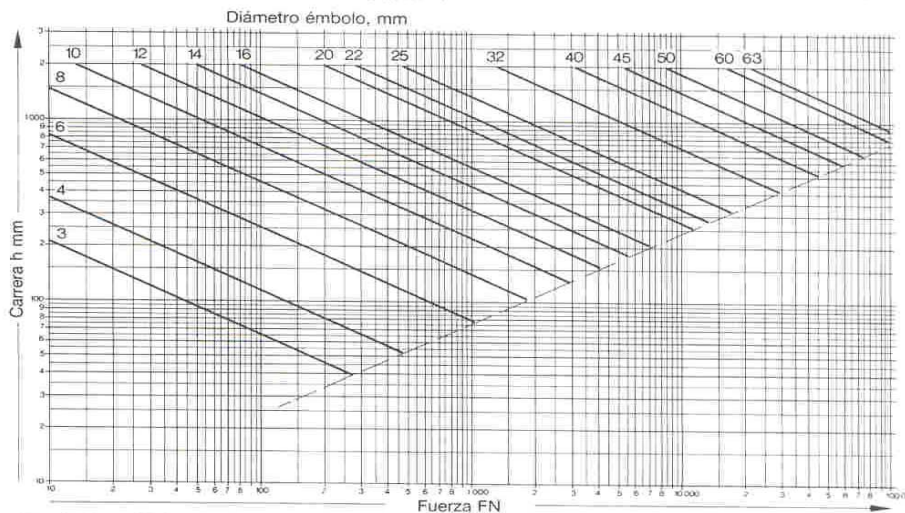
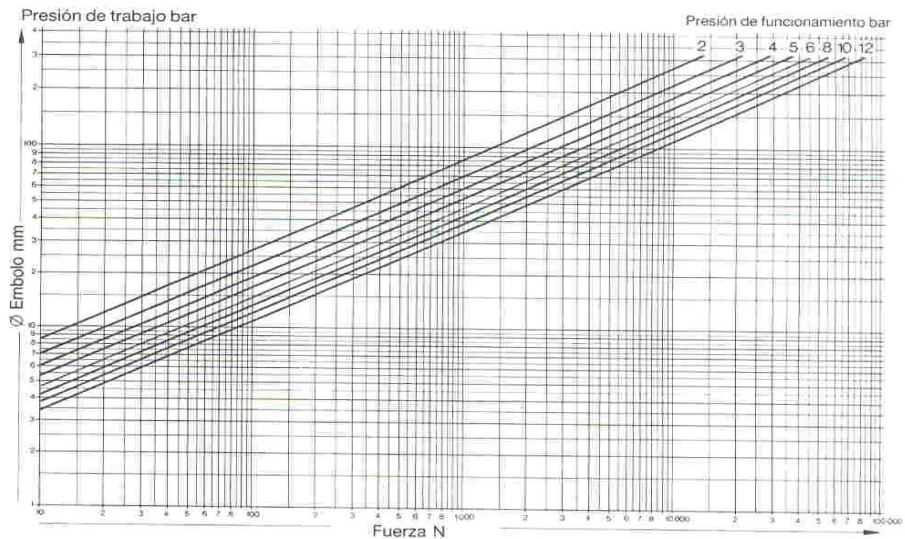
#### Diagrama de pandeo

La carga admisible del vástago, para grandes carreras, debido al esfuerzo de pandeo, es inferior a la que resulta de la presión de trabajo y la superficie del émbolo dada. La carga no debe sobrepasar en ese caso de determinados valores máximos, que dependen de la carrera y del diámetro del vástago. El diagrama muestra esta dependencia según la fórmula:

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

$F_k$  = Fuerza de pandeo admisible (N)  
 $E$  = Módulo de elasticidad (N/mm<sup>2</sup>)  
 $J$  = Momento de inercia (cm<sup>4</sup>)  
 $l$  = Longitud de pandeo = 2 x carrera (cm)  
 $S$  = Coeficiente de seguridad (elegido 5)

La fijación más desfavorable es la oscilante trasera; en las demás fijaciones la carga admisible es aproximadamente un 50 % superior.



Ejemplo: Carga 800 N (= 80 kp), carrera 500 mm, Ø cilindro 50 mm.

Determinar: Ø del vástago, tipo de cilindro.

Solución: Desde  $F = 800$  N verticalmente hasta la intersección con  $l = 500$  mm. El diámetro del vástago inmediatamente superior es 16 mm.

El cilindro normalizado DC-50-500 tiene un vástago de Ø 20 mm que resulta suficiente para esta carrera.

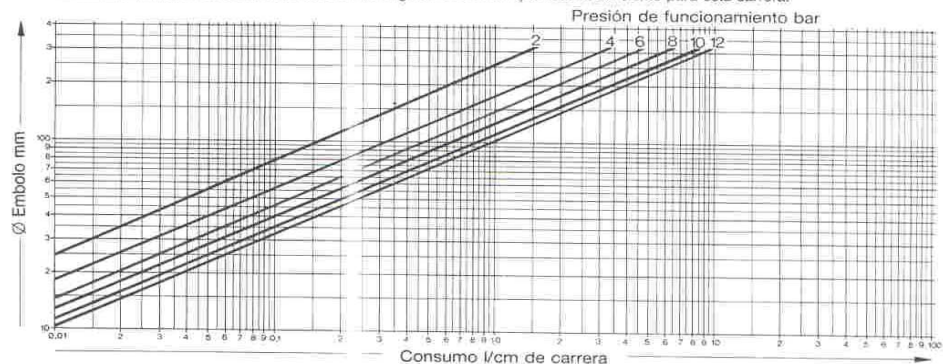
#### Diagrama de consumo de aire

El consumo de aire determina los gastos de explotación. El diagrama da el consumo según la fórmula:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6}$$

$Q$  = Volumen de aire por cm de carrera (l)  
 $d$  = Diámetro del émbolo o vástago (mm)  
 $h$  = Carrera (aquí constante 10 mm)  
 $p$  = Presión de trabajo (bar)

Los valores determinados de este modo sólo representan valores orientativos, puesto que cuando el número de ciclos es elevado, las cámaras no son completamente vaciadas, de manera que el consumo total de aire puede ser considerablemente menor.



Ejemplo: DC-50-500, diámetro 50 mm, carrera 500 mm, diámetro del vástago 20 mm, presión de servicio 4,5 bar.

Determinar: Consumo de aire.

Solución: Partiendo del Ø de cilindro en el eje vertical, hasta la presión de trabajo, desde aquí se lee en la escala inferior el consumo de aire. El valor obtenido de este modo debe multiplicarse por la carrera (en cm). La lectura da 0,09 l/cm aprox. x 50 cm de carrera lo cual corresponde a un consumo de aire, para una carrera de avance, de 4,5 l. Para la carrera de retorno debe reducirse el volumen del vástago (20 mm Ø da 0,014 l/cm x 50 cm carrera = 0,71 l) por lo tanto, el consumo para dicha carrera es de 3,8 l. El consumo total para el ciclo de ida y vuelta es de 8,3 l.

## 10.2 DISCOS LATERALES

Se alojan en el eje porta rollo a lado y lado del rollo de polietileno con el fin de guiar el desenrollamiento del rollo.

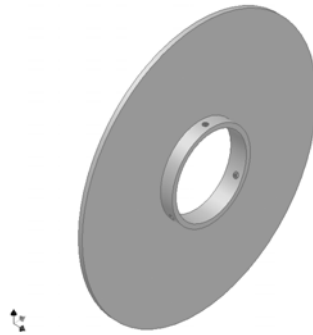


Figura 5. Disco lateral.

## 10.3 EJE PORTA - ROLLO

Este elemento se hallaba dentro de los repuestos del almacén y será empleado para sostener el rollo de polietileno sujetándolo por el diámetro interno, con unas barras longitudinales accionadas por resortes. (ver anexo 2)

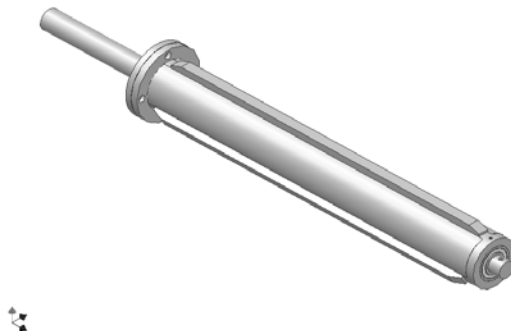


Figura 6. Eje porta-rollo

Estos resortes tienen los siguientes cálculos: ( ver tabla 1 y 2 )

material = alambre en acero

$$\varnothing_{\text{ext}} = 12.7\text{mm}$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 11.1125\text{mm}$$

$$d = 0.79375\text{mm}$$

$$L = 15.875 \text{ mm}$$

$$n = 4$$

$$G = 9000$$

$$R = 35 \text{ Kgrs}$$

Donde:

d = diámetro del alambre

L = longitud del resorte

n = número de espiras útiles

G =Modulo de elasticidad al cizallamiento por mm cuadrado 8000 a 10000

R = Resistencia practica del metal al cizallamiento por mm cuadrado 30 a 40 Kgrs.

P = esfuerzo de tracción o compresión en kilogramos

f = flexión en mm soportando la carga P.

r = Radio del centro de gravedad de la sección en mm

$$P = \frac{\pi \times d^3 \times R}{16 \times r}$$

$$r = \varnothing_{\text{int.}} + \frac{d}{2}$$

$$r = 11.1125\text{mm} + \frac{0.79375\text{mm}}{2}$$

$$r = 11.509375\text{mm}$$

$$P = \frac{\pi \times (0.79375\text{mm})^3 \times 35\text{Kgrs}}{16 \times 11.509375\text{mm}}$$

$$P = 0.2986 \text{ Kgrs} \cdot (\text{mm})^2$$

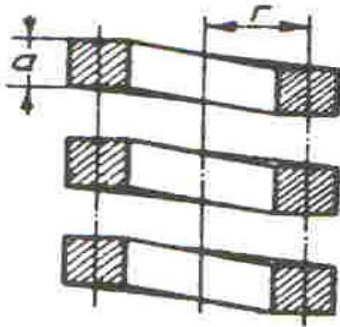
$$f = \frac{64 \times n \times P \times (r)^3}{G \times (d)^4}$$

$$f = \frac{64 \times 4 \times 0.2986 \text{ Kgrs} \cdot (\text{mm})^2 \times (11.509375\text{mm})^3}{9000\text{kgrs} \times (0.79375\text{mm})^4}$$

$$f = 32.621\text{mm}$$

Tabla 2.

# **RESORTES** **Fórmulas para el cálculo**

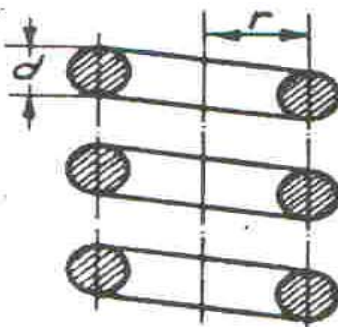


Sección CUADRADA  
**FORMULA**

$$P = \frac{R_s \times a^3}{3r \times \sqrt{2}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{P \times 3r \sqrt{2}}{R_s}}$$

$$f = \frac{12 \times \pi}{G} \frac{n \times P \times r^3}{a^4}$$

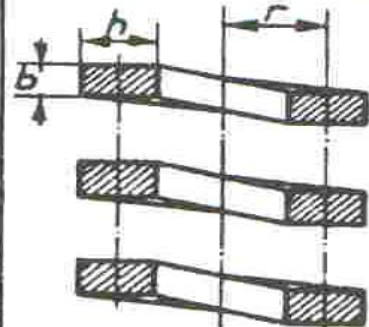


Sección REDONDA  
**FORMULA**

$$P = \frac{\pi \times d^3 \times R_s}{16 \times r}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times P \times r}{\pi \times R_s}}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times r^3}{G \times d^4}$$



Sección RECTANGULAR  
**FORMULA**

$$P = \frac{R_s}{r} \frac{b \times h \times \sqrt{b^2 + h^2}}{6}$$

$$f = \frac{24 \times \pi \times n}{G}$$

$$\frac{P \times r^3}{b \times h (b^2 + h^2)}$$

## **DESIGNACION**

P = Esfuerzo de tracción o compresión en kgms.

$R_s$  = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por  $\text{mm}^2$

r = Radio del centro de gravedad de la sección en mm.

f = Flexión en mm. soportando la carga P.

n = Número de espiras útiles.

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por  $\text{mm}^2$

d = Diámetro del alambre redondo.

a = Lado del alambre cuadrado.

b, h = Lados del alambre rectangular.

## **Valores de G y $R_s$ para acero**

G = Módulo de elasticidad al cizallamiento por  $\text{mm}^2$   
8.000 a 10.000

$R_s$  = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por  $\text{mm}^2$   
30 a 40 kgs.



Tabla 3.

## MATERIALES PARA RESORTES

CLASE DE MATERIAL Y USO DEL RESORTE	COMPOSICION	RESISTENCIA DEL MATERIAL EMPLEADO	
		Carga de rotura Kgs. mm <sup>2</sup>	Límite de elasticidad Kgs. mm <sup>2</sup>
Alambre comercial especial para resortes.	Carbono.... 0,50 a 0,65 Manganeso. 0,70 a 1,00 Silicio..... 0,10 a 0,20	140 a 210	85 a 126
Alambre cuerda de piano para resortes pequeños.	Carbono.... 0,70 a 1,00 Manganeso. 0,25 a 0,40 Silicio..... 0,10 a 0,20	175	
Alambre recocido para resortes, con alto contenido de carbono. Muy indicado para válvulas.	Carbono.... 0,90 a 1,15 Manganeso. 0,30 a 0,45 Silicio..... 0,10 a 0,20	175 a 210	105 a 175
Alambre de acero manganeso-silicioso para resortes sujetos a gran fatiga.	Carbono.... 0,55 a 0,65 Manganeso. 0,60 a 0,90 Silicio..... 1,80 a 2,20 Fósforo..... 0,040 Máx. Azufre..... 0,050 Máx.	140 a 175	105 a 126
Acero cromo-vanadio para resortes de válvulas en compresores y motores donde exista elevada temperatura.	Carbono.... 0,45 a 0,55 Manganeso. 0,50 a 0,80 Cromo..... 0,90 a 1,20 Silicio..... 0,10 a 0,20 Vanadio.... 0,15 a 0,20	140 a 210	112 a 175
Acero inoxidable para resortes de alta resistencia a la corrosión y temperaturas hasta 360° C.	Carbono..... 0,12 Cromo..... 17 a 20 Níquel..... 8 a 10	105 a 196	52 a 105
Bronce fosforoso para resortes en los cuales el acero se corroe rápidamente.	Estaño..... 5 % Fósforo..... 0,5 Cobre, el resto	66	35
Metal «Monel» para resortes contra la corrosión y para elevadas temperaturas.	Níquel..... 66 Cobre..... 29 Aluminio..... 2,75 Hierro..... 0,9 Manganeso..... 0,4 Silicio..... 0,25	100 a 122	
Metal «Inconel» de excepcional resistencia para altas temperaturas y corrosión.	Níquel..... 79,5 Cromo..... 13 Hierro..... 6,5 Cobre..... 0,2 Silicio..... 0,25 Manganeso..... 0,25	115 a 129	
Véase tabla y fórmulas de resistencias prácticas o factor de seguridad de los metales			



## 10.4 FRENO

El freno esta constituido por una zapata en material de poliéster, es un tramo de 2" X ¾" X ¼" el cual esta adherido a una platina con un radio de 3" .

Se puede regular la presión a través de una tuerca que comprime o descomprime un resorte. ( ver anexo 8 )

Elimina la inercia que asume el eje porta - rollo cuando es accionado el cilindro neumático de alimentación de lámina de polietileno.

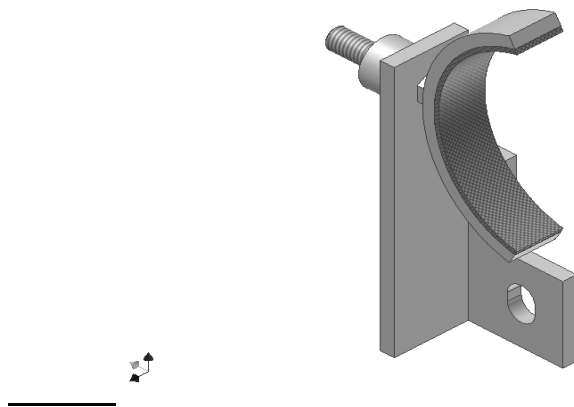


Figura 7. Freno.

Este freno posee un resorte con las siguientes características. (ver tabla 1 y 2)

$\varnothing_{\text{ext}} = 15.875\text{mm}$

$\varnothing_{\text{int.}} = 12.7\text{mm}$

$d = 1.5875\text{mm}$

$L = 25.4\text{ mm}$

$n = 5$

$G = 950$

$R = 36\text{ Kgrs}$

$$P = \frac{\pi \times d \text{ cúbico} \times R}{16 \times r}$$

$$r = \varnothing \text{ int.} + \frac{d}{2}$$

$$r = 12.7\text{mm} + \frac{1.5875\text{mm}}{2}$$

$$r = 13.49375\text{mm}$$

$$P = \frac{\pi \times (1.5875\text{mm}) \text{ cúbico} \times 36\text{Kgrs}}{16 \times 13.49375\text{mm}}$$

$$P = 2.0957\text{Kgrs} \cdot (\text{mm}) \text{ cuadrado}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times (r) \text{ cúbico}}{G \times (d) \text{ cuarta}}$$

$$f = \frac{64 \times 5 \times 2.0957 \text{ Kgrs. (mm)cuadrado} \times (13.49375\text{mm})\text{cúbico}}{9500\text{kgrs} \times (1.5875\text{mm}) \text{ cuarta}}$$

$$f = 27.30\text{mm}$$

Las características del freno son: ( ver tabla 3 y anexo 2 )

$$F = 2.0957\text{Kgrs}$$

$$A = 48 \text{ mm}$$

$$B = 29 \text{ mm}$$

$$\gamma = 0.56$$

Donde:

F = Carga aplicada

A = Distancia del punto de aplicación de F al centro de la zapata.

B = Distancia del centro de la zapata al centro del punto de apoyo.

R = Reacción entre la rueda (rodillo porta rollo) y la zapata.

$\gamma$  = coeficiente de rozamiento.

P = Resistencia tangencial de rozamiento.

$$F(A + B) = RB$$

$$R = \frac{F(A + B)}{B}$$

$$R = \frac{2.0957 \text{Kgrs} (48 \text{ mm} + 29 \text{ mm})}{29 \text{mm}}$$

$$R = 5.56 \text{Kgrs}$$

$$R = \frac{P}{\gamma}$$

$$P = R \times \gamma$$

$$P = 5.56 \text{ Kgrs} \times 0.56$$

$$P = 3.11 \text{Kgrs}$$

Tabla 4.

**Coefficientes de fricción estática y de deslizamiento**

(Las letras de referencia indican los lubricantes usados, los números entre paréntesis dan las fuentes. Véanse las notas al pie de la tabla)

Materiales	Estático		De deslizamiento	
	Seco	Grasoso	Seco	Grasoso
Acero duro sobre acero duro.....	0.78 (1)	0.11 (1, a) 0.23 (1, b) 0.15 (1, c) 0.11 (1, d) 0.0075 (18, p) 0.0052 (18, h)	0.42 (2)	0.029 (5, h) 0.081 (5, c) 0.080 (5, i) 0.058 (5, j) 0.084 (5, d) 0.105 (5, k) 0.096 (5, l) 0.108 (5, m) 0.12 (5, a)
Acero dulce sobre acero dulce.....	0.74 (19)		0.57 (3)	0.09 (3, a) 0.19 (3, u)
Acero duro sobre grafito.....	0.21 (1)	0.09 (1, a)		
Acero duro sobre metal Babbitt (ASTM No. 1).....	0.70 (11)	0.23 (1, b) 0.15 (1, c) 0.08 (1, d) 0.085 (1, e)	0.33 (6)	0.16 (1, b) 0.06 (1, c) 0.11 (1, d)
Acero duro sobre metal Babbitt (ASTM No. 8).....	0.42 (11)	0.17 (1, b) 0.11 (1, c) 0.09 (1, d) 0.08 (1, e)	0.35 (11)	0.14 (1, b) 0.065 (1, c) 0.07 (1, d) 0.08 (11, h)
Acero duro sobre metal Babbitt (ASTM No. 10).....		0.25 (1, b) 0.12 (1, c) 0.10 (1, d) 0.11 (1, e)		0.13 (1, b) 0.06 (1, c) 0.055 (1, d)
Acero dulce sobre cadmio-plata.....				0.097 (2, f)
Acero dulce sobre bronce fosforado.....			0.34 (3)	0.173 (2, f)
Acero dulce sobre cobre-plomo.....				0.145 (2, f)
Acero dulce sobre hierro fundido.....		0.183 (15, c)	0.23 (6)	0.133 (2, f)
Acero dulce sobre plomo.....	0.95 (11)	0.5 (1, f)	0.95 (11)	0.3 (11, f)
Níquel sobre acero dulce.....			0.64 (3)	0.178 (3, x)
Aluminio sobre acero dulce.....	0.61 (8)		0.47 (3)	
Magnesio sobre acero dulce.....			0.42 (3)	
Magnesio sobre magnesio.....	0.6 (22)	0.08 (22, v)		
Teflón sobre teflón.....	0.04 (22)			0.04 (22, f)
Teflón sobre acero.....	0.04 (22)			0.04 (22, f)
Carburo de tungsteno sobre carburo de tungsteno.....	0.2 (22)	0.12 (22, a)		
Carburo de tungsteno sobre acero.....	0.5 (22)	0.08 (22, a)		
Carburo de tungsteno sobre cobre.....	0.35 (23)			
Carburo de tungsteno sobre hierro.....	0.8 (23)			
Carburo ligado sobre cobre.....	0.35 (23)			
Carburo ligado sobre hierro.....	0.8 (23)			
Cadmio sobre acero dulce.....			0.46 (3)	
Cobre sobre acero dulce.....	0.53 (8)		0.36 (3)	0.18 (17, a)
Níquel sobre níquel.....	1.10 (16)		0.53 (3)	0.12 (3, w)
Bronce sobre acero dulce.....	0.51 (8)		0.44 (6)	
Bronce sobre hierro fundido.....			0.30 (6)	
Zinc sobre hierro fundido.....	0.85 (16)		0.21 (7)	
Magnesio sobre hierro fundido.....			0.25 (7)	
Cobre sobre hierro fundido.....	1.05 (16)		0.29 (7)	
Estaño sobre hierro fundido.....			0.32 (7)	
Plomo sobre hierro fundido.....			0.43 (7)	
Aluminio sobre aluminio.....	1.05 (16)		1.4 (3)	
Vidrio sobre vidrio.....	0.94 (8)	0.01 (10, p) 0.005 (10, q)	0.40 (3)	0.09 (3, a) 0.116 (3, v)
Carbón sobre vidrio.....			0.18 (3)	
Granate sobre acero dulce.....			0.39 (3)	
Vidrio sobre níquel.....	0.78 (8)		0.56 (3)	
Cobre sobre vidrio.....	0.68 (8)		0.53 (3)	
Hierro fundido sobre hierro fundido.....	1.10 (16)		0.15 (9)	0.070 (9, d) 0.064 (9, n) 0.077 (9, n)
Bronce sobre hierro fundido.....			0.22 (9)	
Encino sobre encino (paralelo a la vena).....	0.62 (9)		0.48 (9)	0.164 (9, r) 0.067 (9, s) 0.072 (9, s)
Encino sobre encino (perpendicular a la vena).....	0.54 (9)		0.32 (9)	
Piel sobre encino (paralelo).....	0.61 (9)		0.52 (9)	
Hierro fundido sobre encino.....			0.49 (9)	0.075 (9, n)
Piel sobre hierro fundido.....			0.56 (9)	0.36 (9, t) 0.13 (9, n)
Plástico laminado sobre acero.....			0.35 (12)	0.05 (12, t)
Hule estriado sobre acero (cojinetes).....				0.05 (13, t)

(1) Campbell, *Trans. ASME*, 1939; (2) Clarke, Lincoln, and Sterrett, *Proc. API*, 1935; (3) Beare and Bowden, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1935; (4) Dokos, *Trans. ASME*, 1946; (5) Boyd and Robertson, *Trans. ASME*, 1945; (6) Sachs, *Zeit. f. angew. Math. und Mech.*, 1924; (7) Honda and Yamada, *Jour. I of M.*, 1925; (8) Tomlinson, *Phil. Mag.*, 1929; (9) Morin, *Acad. Roy. des Sciences*, 1838; (10) Claypoole, *Trans. ASME*, 1943; (11) Tabor, *Jour. Applied Phys.*, 1945; (12) Eysen, General Discussion on Lubrication, *ASME*, 1937; (13) Brazier and Holland-Bowyer, General Discussion on Lubrication, *ASME*, 1937; (14) Burwell, *Jour. SAE*, 1942; (15) Stanton, "Friction," Longmans; (16) Ernst and Merchant, Conference on Friction and Surface Finish, M.I.T., 1940; (17) Gongwer, Conference on Friction and Surface Finish, M.I.T., 1940; (18) Hardy and Bircumshaw, *Proc. Roy. Soc.*, 1925; (19) Hardy and Hardy, *Phil. Mag.*, 1919; (20) Bowden and Young, *Proc. Roy. Soc.*, 1951; (21) Hardy and Doubleday, *Proc. Roy. Soc.*, 1923; (22) Bowden and Tabor, "The Friction and Lubrication of Solids," Oxford; (23) Shooter, *Research*, 4, 1951.

(a) ácido oleico, (b) aceite para husos Atlantic (mineral ligero), (c) aceite de ricino, (d) aceite de sebo, (e) aceite Atlantic para husos más 2% de ácido oleico, (f) aceite mineral mediano (g) aceite mineral mediano más 0.5% de ácido oleico, (h) ácido esteárico, (i) grasa a base de óxido de zinc, (j) grafito, (k) aceite de turbina más 1% de grafito, (l) aceite de turbina más 1% de ácido esteárico, (m) aceite de turbina (aceite mineral mediano), (n) aceite de olivo (p) ácido palmítico, (q) ácido ricinoleico, (r) jabón seco, (t) agua, (u) aceite de colza, (v) aceite tres en uno, (w) alcohol octílico, (x) trioleína, (y) 1% de ácido láurico en aceite de parafina.

## Anexo 2. Frenos

Los frenos de zapata están ilustrados esquemáticamente en las figuras 76 a 80. Estos constan de un bloque o zapata de madera o de fundición que se apoya sobre una rueda de hierro o de acero. Las relaciones de las fuerzas que se obtienen en el funcionamiento de estos frenos pueden ser formuladas como sigue:

En la figura 76, sean  $F$  = carga aplicada en el extremo del brazo de palanca;  $A$  = distancia del punto de aplicación de  $F$  al centro de la zapata;  $B$  = distancia del centro de la zapata al centro del pasador de apoyo;  $R$  = reacción entre la rueda y la

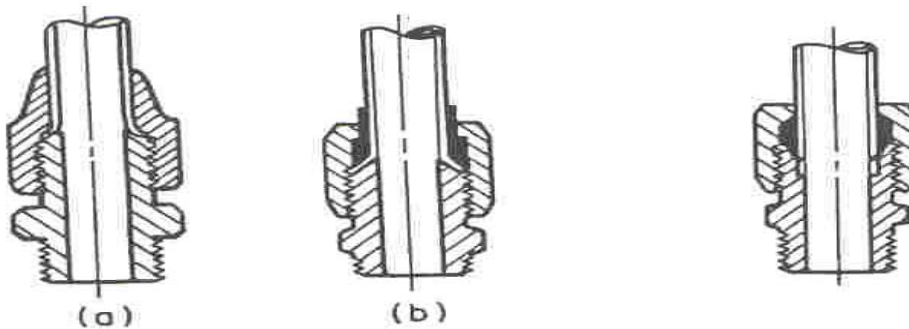


Fig. 74 Conectores para tubo abocinados: a) conector abocinado a 45°; b) conector abocinado a 37°, Triple-lok. (Parker-Hannafin Co.)

Fig. 75 Conector para tubo, son barril sin bocina, Ferulok. (Parker Hannafin Co.)

zapata;  $f$  = coeficiente de rozamiento;  $P$  = resistencia tangencial de rozamiento. Entonces, para rotación en cualquiera de los sentidos,

$$F(A + B) = RB \quad R = P/f \quad \text{y} \quad F = PB/f(A + B)$$

En la figura 77, sea  $C$  = distancia de palanca del pasador de apoyo a la línea de acción de  $P$ . Entonces, para rotación

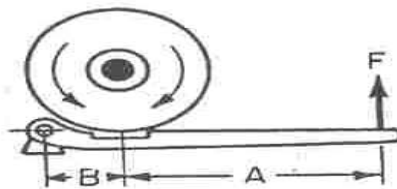


Fig. 76

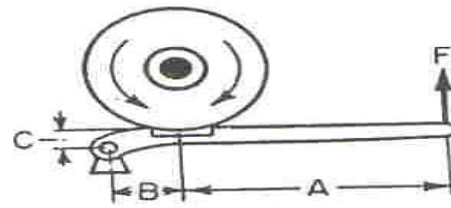


Fig. 77

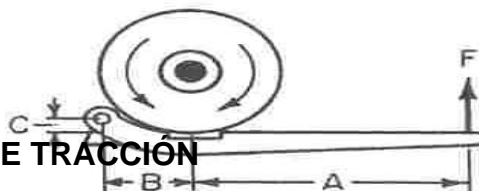


Fig. 78

Figs. 76 a 78 Frenos de zapatas.

## 10.5 RODILLOS DE TRACCIÓN

Son dos rodillos con un diámetro de 2", uno de los cuales está recubierto con neopreno cuya función es presionar la lámina contra el otro rodillo para trasladar la lámina hacia el sistema de corte.

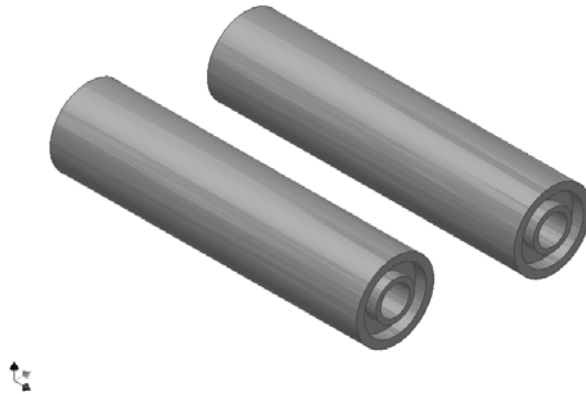


figura 8. Rodillos de tracción.

## 10.6 PIÑÓN DE EJES

Estos piñones se encuentran en el extremo de los ejes de los rodillos de tracción, el piñón conductor recibe el movimiento por medio del accionamiento de la cremallera, este piñón gira en sentido antihorario y hace girar el conducido en sentido horario. (ver anexo 9)

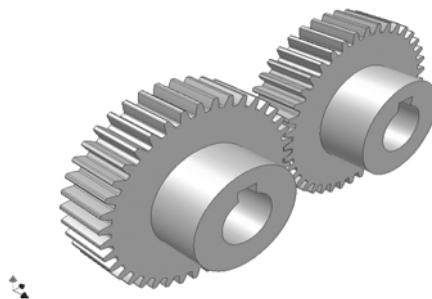


Figura 9. Piñones de ejes.

Los piñones tienen las siguientes características: (ver anexo 3)

$$N = 40$$

$$D_p = 79.5\text{mm}$$

$$D_e = 84\text{mm}$$

Donde :

P = paso

M = modulo

$D_p$  = diámetro primitivo

$D_e$  = diámetro exterior

$D_i$  = diámetro interior

c = espacio entre dientes

e = espesor del diente

h = altura total del diente

L = Altura de la cabeza del diente

l = altura del pie del diente

R = radio del pie del diente

A = distancia entre ejes o centros

$$M = \frac{D_p}{N}$$

$$M = \frac{79.5\text{mm}}{40}$$

$$M = 1.9875\text{mm}$$

$$P = M \times \pi$$

$$P = 1.9875\text{mm} \times \pi$$

$$P = 6.2439\text{mm}$$

$$D_i = D_p - (2M \times 1.167)$$

$$D_i = 79.5\text{mm} - [2 (1.9875\text{mm}) \times 1.167]$$

$$D_i = 74.86\text{mm}$$

P

$$c = \frac{P}{2}$$

$$c = \frac{6.2439\text{mm}}{2}$$

$$c = 3.1219\text{mm}$$

$$c = e$$

$$e = 3.1219\text{mm}$$

$$h = M \times 2.167$$

$$h = 1.9875\text{mm} \times 2.167$$

$$h = 4.3069\text{mm}$$

$$A = \frac{D_p + d_p}{2}$$

$$A = \frac{79.5\text{mm} + 79.5\text{mm}}{2}$$

$$A = 79.5\text{mm}$$

$$L = M$$

$$L = 1.9875\text{mm}$$

$$I = M \times 1.167$$

$$I = 1.9875\text{mm} \times 1.167$$

$$I = 81.8194\text{mm}$$

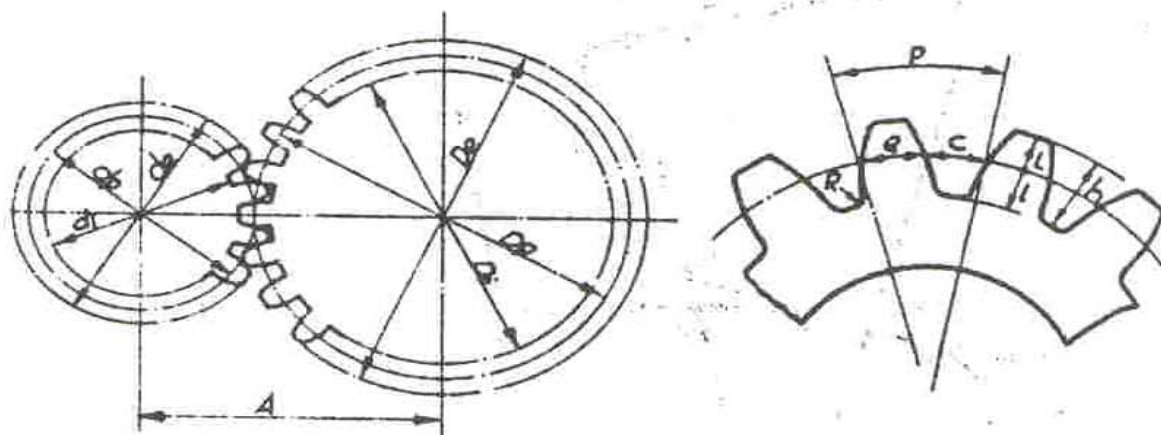
$$R = 0.3 \times M$$

$$R = 0.3 \times 1.9875\text{mm}$$

$$R = 0.59625\text{mm}$$



# FORMULAS GENERALES para engranajes rectos según el sistema normal de Módulo



## DESIGNACION

$P$  = Paso.  
 $M$  = Módulo.  
 $D_p$  = Diámetro primitivo.  
 $D_e$  = Diámetro exterior.  
 $D_i$  = Diámetro interior.  
 $c$  = Espacio entre dientes.  
 $e$  = Espesor del diente.

$h$  = Altura total del diente.  
 $L$  = Altura de la cabeza del diente.  
 $l$  = Altura del pie del diente.  
 $R$  = Radio del pie del diente.  
 $A$  = Distancia entre ejes o centros.

$$M = \frac{P}{\pi} = \frac{D_p}{N} = \frac{D_e}{N + 2}$$

$$P = M \times \pi.$$

$$D_p = M \times N.$$

$$D_e = M \times (N + 2).$$

$$D_i = D_p - (2M \times 1,167).$$

$$c = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$e = \frac{P}{2} = M \times 1,5708.$$

$$h = M \times 2,167.$$

$$A = \frac{D_p + d_p}{2} = \frac{N + n}{2} \times M.$$

$$L = M.$$

$$l = M \times 1,167$$

$$R = 0,3 \times M = \frac{c}{6}.$$

(Máximo.) (Mínimo.)

## 10.7 TRINQUETE

Su función es permitir que en el momento que el cilindro neumático de alimentación de la lámina de polietileno esté en la posición adentro, los rodillos de tracción se accionen y permita que el cilindro se ubique en la posición inicial afuera sin que los rodillos se giren. (Ver anexo 10 )

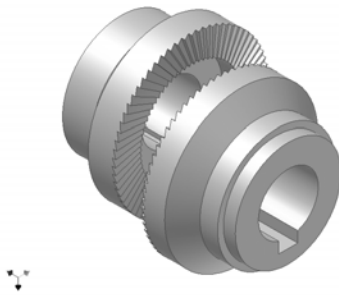


Figura 10. Trinquete.

Este mecanismo se hallaba en el almacén de repuestos y se efectuó el siguiente calculo al resorte de compresión que contiene: (ver tabla 1 y 2)

$$\varnothing_{\text{ext.}} = 27\text{mm}$$

$$\varnothing_{\text{int.}} = 22\text{mm}$$

$$d = 2.5\text{mm}$$

$$L = 28\text{ mm}$$

$$n = 6$$

$$G = 8500$$

$$R = 38\text{Kgrs}$$

$$P = \frac{\pi \times d^3 \times R}{16 \times r}$$

$$r = \varnothing_{\text{int.}} + \frac{d}{2}$$

$$r = 22\text{mm} + \frac{2.5\text{mm}}{2}$$

$$r = 27.5\text{mm}$$

$$P = \frac{\pi \times (2.5\text{mm})^3 \times 38\text{Kgrs}}{16 \times 27.5\text{mm}}$$

$$P = 4.2393\text{Kgrs} \cdot (\text{mm})^2$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times (r)^3}{G \times (d)^4}$$

$$f = \frac{64 \times 6 \times 4.2393 \text{ Kgrs} \cdot (\text{mm})^2 \times (27.5\text{mm})^3}{8500\text{kgrs} \times (2.5\text{mm})^4}$$

$$f = 101.96\text{mm}$$

## 10.8 CREMALLERA

Se halla acoplada en un extremo al cilindro neumático de alimentación de la lámina de polietileno y el otro extremo se desliza sobre una corredera la cual arrastra en el sentido de giro del trinquete, su función es transmitir el movimiento hacia los rodillos de tracción. ( ver anexo 11)

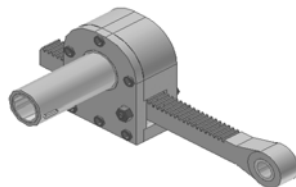


Figura 11. Cremallera.

El cálculo del mecanismo piñón – cremallera es el siguiente: (ver anexo 4)

Características del piñón:

$$D_e = 45\text{mm}$$

$$D_p = 42\text{mm}$$

$$D_i = 37\text{mm}$$

$$P = 4.7625\text{mm}$$

$$N = 28$$

Donde:

$D_e$  = diámetro exterior.

$D_p$  = diámetro primitivo.

$D_i$  = diámetro interior.

$P$  = paso

$N$  = número de dientes

$M$  = módulo

$e$  = espesor del diente

$L$  = altura de la cabeza del diente

$$P = M \times \pi$$

$$M = \frac{P}{\pi}$$

$$M = \frac{4.7625\text{mm}}{\pi}$$

$$M = 1.5159\text{mm}$$

$$e = 0.5 \times P$$

$$e = 0.5 \times 4.7625\text{mm}$$

$$e = 2.38125\text{mm}$$

$$L = M$$

$$L = 1.5159\text{mm}$$

Características de la cremallera:

$$P = 4.7625\text{mm}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

Donde:

P = paso

M = módulo

h = altura total del diente

e = espesor del diente

c = espacio entre dientes

r = radio en el pie del diente

$\alpha$  = ángulo de inclinación del filete

T = ancho del fondo entre dientes

$$M = \frac{P}{\pi}$$

$$M = \frac{4.7625\text{mm}}{\pi}$$

$$M = 1.5159\text{mm}$$

$$h = M \times 2.167$$

$$h = 1.5159\text{mm} \times 2.167$$

$$h = 3.2849\text{mm}$$

$$e = 0.5 \times P$$

$$e = 0.5 \times 4.7625\text{mm}$$

$$e = 2.38125\text{mm}$$

$$c = e$$

$$c = 2.38125\text{mm}$$

$$r = 0.3 \times M$$

$$r = 0.3 \times 1.5159\text{mm}$$

$$r = 0.45477\text{mm}$$

$$T = \left[ \left( \frac{P \times \cotg \alpha}{4} \right) - L \right] \times 2 \times \tg \alpha$$

$$T = \left[ \left( \frac{4.7625\text{mm} \times \cotg 15^\circ}{4} \right) - 1.5159\text{mm} \right] \times 2 \times \tg 15^\circ$$

$$T = \left[ \left( \frac{4.7625\text{mm} \times 86.1859}{4} \right) - 1.5159\text{mm} \right] \times 2 \times 0.2679$$

$$T = 54.168\text{mm}$$

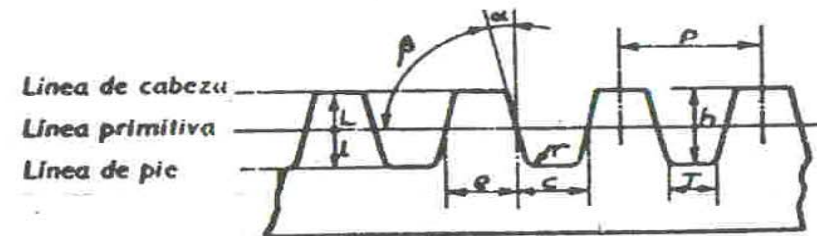
## Engranajes interiores

### Anexo 4

$D_p = \text{Diámetro primitivo} = M \times N.$   
 $D_i = \text{Diámetro interior} = M \times (N - 2).$   
 $M = \text{Módulo}; \quad P = \text{Paso} = M \times 3,1416.$   
 $N = \text{Número de dientes.}$   
 $e = \text{Espesor del diente} = 0,5 \times P.$   
 $L = \text{Altura de la cabeza, medida entre el diámetro primitivo y el diámetro interior} = M.$

El trazado de esta clase de engranajes se efectúa por igual procedimiento que los engranajes normales, con arcos en sentido contrario.

## Cremallera



$$M = \frac{P}{3,1416} = \text{Módulo.}$$

$$P = \text{Paso} = M \times 3,1416.$$

$$h = \text{Altura total del diente} = M \times 2,167.$$

$$e = \text{Espesor del diente} = 0,5 \times P.$$

$$c = \text{Espacio entre dientes} = 0,5 \times P.$$

$$r = \text{Radio en el pie del diente} = 0,3 \times M \text{ (máximo).}$$

$$T = \text{Ancho del fondo entre dientes} =$$

$$= \left( \frac{P \times \cotg \alpha}{4} - L \right) \times 2 \times \tg \alpha.$$

## 10.9 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø1" LONGITUD DE CARRERA 1"

Es el cilindro neumático de la cuchilla, su función es: en la posición afuera desplazar la cuchilla para cortar la lámina de polietileno.



Figura 12. Cilindro neumático Ø 1" longitud de carrera 1"

La presión de trabajo es de 60 PSI y la fuerza es: ( ver anexo 1 )

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Presión} \times \text{Área}$$

$$\text{Área} = \pi \times \text{Radio Cuadrado}$$

$$\text{Área} = 3.1416 \times (1/2")^2 \text{ cuadrado}$$

$$\text{Área} = 0.7853" \text{ cuadrado}$$

$$\text{Fuerza} = 60 \frac{\text{libras}}{\text{Pulgada cuadrada}} \times 0.7853 \text{ pulgadas cuadradas}$$

$$\text{Fuerza} = 47.1238 \text{ libras}$$



Este cilindro recorre 25,4 mm. en un tiempo de 12 segundos el cual tiene una velocidad de :

$$\text{Espacio} = 25.4 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$\text{Espacio} = 0.0254 \text{ m.}$$

$$\text{Tiempo} = 0.12 \text{ segundos} \times \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ seg.}}$$

$$\text{Tiempo} = 0.002 \text{ min.}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{0.0254 \text{ m.}}{0.002 \text{ min.}}$$

$$\text{Velocidad} = 12.7 \text{ m./ min.}$$

### 10.10 CUCHILLA DE CORTE

Esta fabricada en acero 4140 y tiene un tratamiento térmico de temple en aceite, tiene un ángulo en el extremo de corte de 30° su función es cortar la lámina de polietileno por calor e impacto. ( ver anexos 5, 6 y 12 )

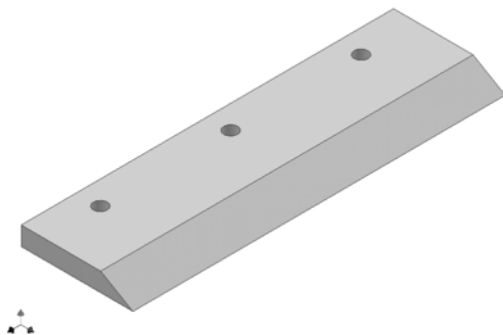


Figura 13. Cuchilla.

El acero 4140 es un acero de maquinaria con 0.42% de carbono, 0.3% de silicio, 0.8% de manganeso, 1.1% de cromo y 0.20% de molibdeno, la temperatura de forja esta entre los 650 y 680 °C. Tiene una dureza máxima Brinell en estado recocido de 217, la temperatura de temple en aceite oscila entre 830 a 860 °C y en agua para obtener una dureza superficial se encuentra entre 820 a 850 °C. Es suministrado por las siderurgicas en estado bonificado con una resistencia de 800 a 1000 N / mm<sup>2</sup>.

Estos aceros bonificados con resistencia a la tracción de 900 a 1200 N / mm<sup>2</sup>. Se utilizan para piezas de altas exigencias en la construcción de máquinas, vehículos, aviones, bielas, ruedas dentadas, ejes, cigüeñales.

Es importante tener claro que temple y templabilidad son dos significados diferentes, el **temple** es el proceso de calentamiento y enfriamiento brusco de ciertas aleaciones a base de hierro desde una temperatura comprendida dentro el intervalo critico o superior a él, que se efectúa con el objeto de producir una dureza superior a la obtenida cuando la aleación no es enfriada bruscamente. Generalmente se restringe el termino a la formación de martensita.

La **templabilidad** se define como la aptitud de los aceros para dejarse penetrar por el temple. La templabilidad se refiere únicamente a la facilidad de penetración por el temple y no a las características obtenidas con él. Así por ejemplo la dureza superficial obtenida en un acero al carbono de 0.60 % de C al templarlo será superior a la de un acero cromoniquel de 0.30 % de C. Y sin embargo la templabilidad del acero cromoniquel es mucho mayor a la del acero al carbono.

Si las piezas fabricadas son de pequeño diámetro o espesor (inferior a 10 mm.), la resistencia mecánica será muy parecida. Pero en cambio, si las piezas son de 100 mm. de diámetro o grueso, o mas, la resistencia de las piezas de acero al carbono será inferior a la del acero cromoniquel, porque en aquél queda

una zona sin templar mucho mayor que en éste. Y esto porque la templabilidad o aptitud para la penetración del temple es mayor en el acero cromoniquel que en el acero al carbono. La templabilidad, por lo tanto, no se refiere mas que a las cualidades del acero que facilitan la penetración del temple. Pero a consecuencia de esta facilidad se obtienen mejoras en otras características que recomiendan el empleo de aceros de gran templabilidad, sobre todo para la fabricación de piezas grandes.

En la templabilidad influyen factores como los elementos aleados y el tamaño del grano. Los elementos que mas favorecen la penetración del temple, o sea, la templabilidad, son el manganeso, el molibdeno y el cromo. También el aumento del tamaño del grano aumenta la templabilidad.

Se debe hacer notar que la aleación de manganeso, molibdeno y cromo y el aumento del tamaño del grano disminuyen la velocidad critica del temple. En realidad, la influencia de estos elementos y del tamaño del grano en la penetración del temple es, por lo menos en parte, consecuencia de la disminución de la velocidad critica, pues aun admitiendo que gradiente de temperatura desde la periferia al interior de la pieza sea el mismo en un acero al carbono que en un acero aleado, en idénticas condiciones de temperatura de Temple y medio de enfriamiento, la zona que rebase la velocidad critica será naturalmente mayor en el acero aleado, puesto que esta velocidad critica es inferior a la del acero al carbono.

Siendo la templabilidad una característica muy importante a tener en cuenta en la elección de los aceros, sobre todo para la fabricación de piezas grandes se ha trabajado mucho en la determinación y valorización. La determinación de la templabilidad puede hacerse por el examen de las fracturas de probetas templadas, por medio de las curvas en "U" y, mas exactamente por el "diámetro critico ideal" o por el ensayo Jóminy.

## Anexo 5.

## Tratamiento térmico

**HOLDAX** está concebido para ser utilizado en estado templado y revenido, es decir tal como se suministra.

Cuando sea necesario tratar el acero a fin de obtener una dureza más alta, los siguientes consejos pueden ser útiles.

### RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 660°C.

### LIBERACION DE TENSIONES/ ESTABILIZADO

Después del desbaste debe calentarse el utillaje a 550°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar la temperatura ambiente.

### TEMPLE

*Nota:* Antes de temprar el acero debe estar completamente recocido.

*Temperatura de precalentamiento:* 500–600°C.

*Temperatura de austenización:* 850°C.

El acero debe ser calentado a la temperatura de austenización y mantener ésta durante 30 minutos.

*Proteger el utillaje contra la decarburación y oxidación durante el proceso de temple.*

### MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

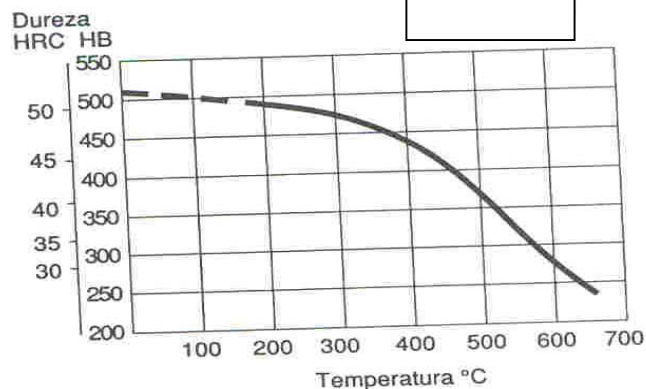
- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante (solo adecuado para pequeñas dimensiones)
- Aceite
- Baño de martemple 450–550°C max. 4 min., luego aire.

A fin de obtener las propiedades óptimas, el enfriamiento debe realizarse lo más rápido posible, teniendo en cuenta una distorsión aceptable. Revenir la herramienta cuando ésta alcance 50–70°C.

### GRAFICO DE REVENIDO

Elegir la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida siguiendo el gráfico de revenido. Revenir 2 veces con un enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. Temperatura más baja de revenido 180°C. Tiempo de mantenimiento 2 horas.

El diagrama es válido para muestras pequeñas 15 x 15 x 40 mm, austenización 30 min. a 850°C, enfriamiento al aire y revenido 2 + 2 horas.



### TEMPLE A LA LLAMA Y POR INDUCCION

**HOLDAX** puede templarse a la llama o por inducción hasta una dureza de 50 HRC. Es preferible el enfriamiento al aire.

Puede obtenerse más información del catálogo de «Temple a la llama».

### CEMENTACION

A fin de aumentar la dureza de la superficie, **HOLDAX** puede templarse superficialmente. Pueden obtener más información de su oficina local de Uddeholm.

### NITRURACION Y NITROCARBURACION

La nitruración da una superficie dura que es muy resistente al desgaste y a la erosión. Una superficie nitrurada aumenta también la resistencia a la corrosión.

Para obtener buenos resultados deben seguirse los siguientes pasos:

1. Desbastado.
2. Liberación de tensiones estabilizado, a 550°C.
3. Rectificado.
4. Nitrurado.

Después de nitrurar se pueden obtener las siguientes durezas y profundidades de nitruración:

	Temperatura, °C	Tiempo h	Dureza superficial HV	Profundidad de nitruración, mm
Nitruración gaseosa	525	20	650	0,30
		30	650	0,35
		60	650	0,50
Nitruración ionica	480	24	700	0,30
		48	700	0,40
Nitrocarburation	570	2	700	0,10

Anexo 6.

# Prueba de las propiedades mecánicas

ANEXO 6

Cuando el acero es templado y revenido su resistencia se ve afectada, vamos a estudiar en detalle, cómo son medidas estas propiedades.

## PRUEBA DE DUREZA

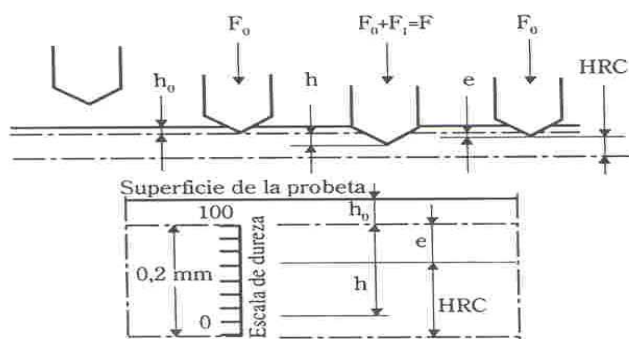
La prueba de dureza es el método más popular para medir los resultados de temple. La dureza es normalmente la propiedad que es especificada cuando se temple un utillaje.

Es fácil medir la dureza. El material no se destruye y el aparato de medición es relativamente económico. Los métodos más comunes son Rockwell C (HRC), Vickers (HV) y Brinell (HB).

No deberíamos olvidar del todo el conocido truco de la «lima». A fin de comprobar si la dureza es satisfactoria, por ejemplo superior a 60 HRC, una lima de calidad puede proporcionar una buena indicación.

### Rockwell (HRC)

En las pruebas de dureza Rockwell, un diamante cónico es presionado en primer lugar con una fuerza  $F_0$  y posteriormente con fuerza  $F_0 + F_1$  contra la probeta del material del cual deberá determinarse la dureza. Después de descargar hasta  $F_0$  el aumento (e) de la profundidad de impresión causado por  $F_1$  es determinado. La profundidad de penetración (e) se convierte en un número (HRC) que puede leerse directamente en una escala en el dial del durómetro.



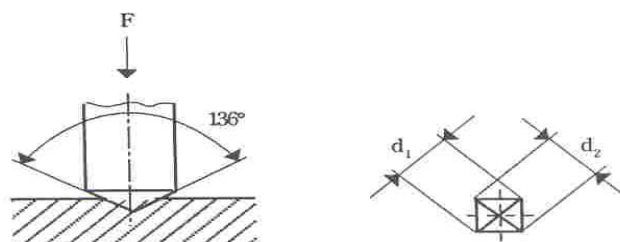
Principio de la prueba de dureza Rockwell.

### Vickers (HV)

En la prueba de dureza Vickers se utiliza un diamante en forma de pirámide con una base cuadrada y un ángulo de  $136^\circ$  es presionado bajo una carga  $F$  contra el material del que debe determinarse la dureza. Después de descargar, son medidas las diagonales de la impresión  $d_1$  y  $d_2$  y la cifra indicando la dureza (HV) se puede leer en la escala.

Cuando los resultados de dureza deben mencionarse, la dureza Vickers se indica con las letras HV y un sufijo que informa sobre la masa que ejerció la carga y (cuando sea necesario), el periodo de carga, tal como se ilustra en el ejemplo siguiente:

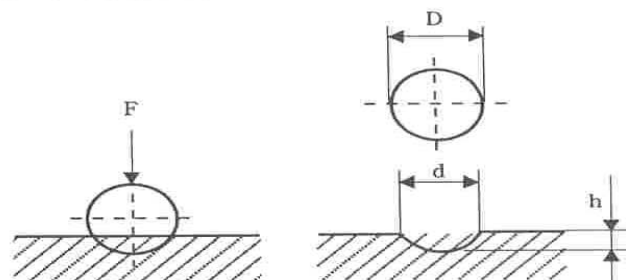
HV 30/20 = dureza Vickers determinada con una carga de 30 kft ejercida durante 20 segundos.



Principio de la prueba de dureza Vickers.

### Brinell (HB)

En la prueba de dureza Brinell se presiona una esfera contra el material del cual debe determinarse la dureza. Después de descargar, son tomadas dos medidas del diámetro de la impresión a  $90^\circ$  una de otra ( $d_1$  y  $d_2$ ) y se lee el valor HB realizando el promedio de  $d_1$  y  $d_2$ .



Principio de la prueba de dureza Brinell.

Al informar de los resultados, la dureza Brinell se indica con las letras HB y un sufijo indicando el diámetro de la esfera, la masa con la cual la carga fue ejercida y, si es necesario, el periodo de carga, como se ilustra en el ejemplo siguiente:

HB5/750/15 = dureza Brinell determinada con una esfera de 5 mm bajo una carga de 750 Kgf, ejercida durante 15 segundos.

Esta cuchilla adquiere una temperatura de 100 °C por transferencia de calor por conducción que le suministra una resistencia eléctrica. Esta resistencia tiene las siguientes características:

$$V = 110$$

$$A = 1$$

Donde:

V = voltaje ( voltio )

I = corriente ( amperio )

R = Resistencia ( ohmio )

$$R = \frac{V}{I} \quad (\text{ley de ohm})$$

$$R = \frac{110 \text{ V}}{1 \text{ A}}$$

$$R = 110 \, \Omega$$

La transferencia de calor se lleva a cabo por conducción entre cuatro paredes sólidas el flujo de calor calculado es el siguiente: (ver tabla 4)

$$L1 = 3 \text{ mm}$$

$$L2 = 3.18 \text{ mm}$$

$$L3 = 6.35 \text{ mm}$$

$$L4 = 6.35 \text{ mm}$$

$$A1 = 3629.025 \text{ mm cuadrado}$$

$$A2 = 8064.5 \text{ mm cuadrado}$$

$$A3 = 3629.025 \text{ mm cuadrado}$$

$$A4 = 4838.7 \text{ mm cuadrado}$$



$$k1 = 60$$

$$k2 = 26$$

$$k3 = 26$$

$$k4 = 26$$

$$t_o = 104\text{ }^{\circ}\text{C} = 219.2\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$t_4 = 100\text{ }^{\circ}\text{C} = 212\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Donde:

L1 = ancho de la resistencia

L2 = ancho de la platina soporte resistencia

L3 = ancho del soporte para la cuchilla

L4 = ancho de la cuchilla

A1 = área de la resistencia

A2 = área de la platina soporte resistencia

A3 = área del soporte para la cuchilla

A4 = área de la cuchilla

k1 = conductividad térmica del latón

k2, k3, k4 = conductividad térmica del acero

t<sub>o</sub> = temperatura de la resistencia

t<sub>4</sub> = temperatura de la cuchilla

$$Q = \frac{t_o - t_4}{(L1 / k1A1) + (L2 / k2A2) + (L3 / k3A3) + (L4 / k4A4)}$$

$$Q = \frac{219.2^{\circ}\text{F} - 212\text{ }^{\circ}\text{F}}{(3/60*3629.025)+(3.18/26*8064.5)+(6.35/26*3629.025)+(6.35/26*4838.7)}$$

$$Q = 87811.30327^{\circ}\text{F.mm}$$

Tabla 5.

CONDUCTIVIDADES TERMICAS, CALORES ESPECIFICOS,  
GRAVEDADES ESPECIFICAS DE METALES Y ALEACIONES

$$k = \text{Btu}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$$

Sustancia	Temp. °F	k*	Calor específico ** Btu/(lb)(°F)	Gravedad específica
Acero	32	26	Ver Hierro	7.83
Acero	212	26	Ver Hierro	
Acero	1112	21	Ver Hierro	
Aluminio	32	117	0.183	2.55-7.8
Aluminio	212	119	0.1824	
Aluminio	932	155	0.1872	
Antimonio	32	10.6	0.0493	9.8
Antimonio	212	9.7	0.0508	
Bismuto	64	4.7	0.0294	
Bismuto	212	3.9	0.0304	8.65
Cadmio	64	53.7	0.0550	
Cadmio	212	52.2	0.0567	
Cinc	32	65	0.0917	6.9-7.2
Cinc	212	64	0.0958	
Cinc	752	54	0.1082	
Cobre	32	224	0.1487	8.8-8.95
Cobre	212	218	0.1712	
Cobre	932	207	0.2634	
Hierro, vaciado	32	32	0.1064	7.03-7.13
Hierro, vaciado	212	30	0.1178	
Hierro, vaciado	752	25	0.1519	
Hierro, forjado	64	34.6	Ver Hierro	7.6-7.9
Hierro, forjado	212	27.6	Ver Hierro	
Latón (70-30)	32	56	0.1315†	8.4-8.7
Latón	212	60	0.1488†	
Latón	752	67	0.2015†	
Magnesio	32-212	92	0.255	1.74
Mercurio	32	4.8	0.0329	
Níquel	32	36	0.1050	
Níquel	212	34	0.1170	8.9
Níquel	572	32	0.1408	
Oro	64	169.0	0.030	19.25-19.35
Oro	212	170.8	0.031	
Plata	32	242	0.0557	
Plata	212	238	0.0571	10.4-10.6
Plomo	32	20	0.0306	
Plomo	212	19	0.0315	
Plomo	572	18	0.0335	11.34
Tántalo	64	32	0.0342	

\* De L. S. Marks, "Mechanical Engineers' Handbook," McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1941.

\*\* De K. K. Kelley, U. S. Bur. Mine Bull. 371 (1939).

\*\*\* Valores balanceados para cobre y cinc.



### 10.11 AMORTIGUADOR DE IMPACTO

Está compuesto por una base, dos resortes, y una platina de bronce sobre ésta última se apoya la cuchilla en el momento del corte, la función de este amortiguador es proteger el filo de la cuchilla y aliviar el impacto que por efecto de acción y reacción asume el embolo del pistón en el instante del impacto.  
(ver anexo 13)

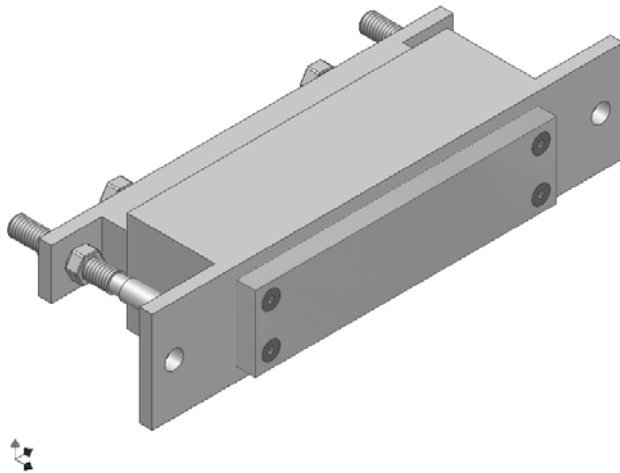


Figura 14. Amortiguador de impacto.

Los resortes tienen las siguientes características: ( ver tabla 1 y 2 )

$$\varnothing_{\text{ext.}} = 14.2875\text{mm}$$

$$\varnothing_{\text{int.}} = 11.1125\text{mm}$$

$$d = 1.5875\text{mm}$$

$$L = 38.1\text{ mm}$$

$$n = 7$$

$$G = 8500$$

$$R = 35\text{Kgrs}$$

$$P = \frac{\pi \times d \text{ cúbico} \times R}{16 \times r}$$

$$r = \varnothing \text{ int.} + \frac{d}{2}$$

$$r = 11.1125\text{mm} + \frac{1.5875\text{mm}}{2}$$

$$r = 8.8205\text{mm}$$

$$P = \frac{\pi \times (1.5875\text{mm}) \text{ cúbico} \times 35\text{Kgrs}}{16 \times 8.8205\text{mm}}$$

$$P = 3.1170\text{Kgrs} \cdot (\text{mm}) \text{ cuadrado}$$

$$f = \frac{64 \times n \times P \times (r) \text{ cúbico}}{G \times (d) \text{ cuarta}}$$

$$f = \frac{64 \times 7 \times 3.1170\text{Kgrs.} (\text{mm})\text{cuadrado} \times (8.8205\text{mm})\text{cúbico}}{8500\text{kgrs} \times (1.5875\text{mm}) \text{ cuarta}}$$

$$f = 17.7509\text{mm}$$

La placa en bronce es un bronce al aluminio SAE 68A ya que con 5 y 8% de aluminio encuentran aplicación a causa de su alta resistencia mecánica y su buena resistencia a la corrosión, y algunas veces a causa de su color de oro. Los que contienen 10% de aluminio y otras aleaciones con cantidades aun mayores son muy plásticos en caliente y tienen resistencia mecánica excepcionalmente alta, particularmente después del tratamiento térmico.

Entre los nombres comerciales de este bronce se encuentran cupro aluminios, bronce al aluminio y bronce XX, reconocidos con las normas 68A, 68B, AMPCO 18 Y militar B-21230.

Es un bronce de máximas aplicaciones en condiciones severas de trabajo, alta resistencia al desgaste, a la corrosión en medios ácidos y alcalinos muy resistente a medios abrasivos. Empleado en la fabricación de bujes, cojinetes, casquetes para laminadores, barcos, dragas, locomotoras, coronas, piñones demasiado exigidos sujetos a sobrecarga y choques, vástagos de bombas, carcasas, válvulas, impellers, etc. Bronce susceptible de tratamiento térmico.

El resto de componentes del sistema amortiguador esta fabricados en acero 1020 (ver tabla 7).El acero al carbono 1020 esta compuesto por 0.2% de carbono, 0.3 % de Silicio, 0.6 % de manganeso la temperatura de forja esta entre los 1150 a 850 °C, su medio de temple es en agua, no adquiere buena dureza.

Se utiliza para partes de vehículos que no estén sometidas a grandes fuerzas mecánicas.

Tabla 6.

Composición y propiedades de aleaciones fundidas a base de cobre\*

Nombre común	Aleación de cobre No.	Composición nominal, %		Resistencia a la tracción, ksi †	Resistencia a la fluencia, ksi †	Alargamiento, % en 2 pulg	Tipos de fundición‡	Conductividad, %, IACS	Rel. de maquinabilidad	Soldabilidad
		Cu	Otros							
Cobre	801	99.95		25	9	40	C,T,I,M,P,S	100	10	Regular
Latón rojo con plomo	836	80	5 Sn, 5 Pb, 5 Zn	37	17	30	C,T,I,S	15	84	Mala
Latón rojo comercial	838	83	4 Sn, 4 Pb, 7 Zn	35	16	25	C,T,S	15	90	Mala
Latón amarillo con plomo	852	71	1 Sn, 3 Pb, 24 Zn	3	1	5	C,T	18	80	Mala
Latón amarillo para fundición a presión	858	58	1 Sn, 1 Pb, 40 Zn	55	30	15	D	20	80	Mala
Bronce al manganeso de alta resistencia	863	63	25 Zn, 3 Fe, 6 Al, 3 Mn	119	83	18	C,I,P,S	8	8	Mala
Bronce al estaño	903	88	8 Sn, 4 Zn	45	21	30	C,T,I,P,S	12	30	Regular
Bronce al estaño	905	88	10 Sn, 2 Zn	45	22	25	C,T,I,S	11	30	Mala
Bronce al estaño con alto plomo	937	80	10 Sn, 10 Pb	35	18	20	C,T,M,S	10	80	Mala
Bronce al aluminio	955	81	4 Ni, 4 Fe, 11 Al	100	44	12	C,T,M,P,S	8.5	50	Buena
Incramet 800	993	72	15 Ni, 0.7 Fe, 11 Al, 1.5 Co	95	55	2	T,S	9	20	Buena

\*Las propiedades son para fundiciones en arena, excepto la aleación 858.

† ksi × 6.895 = MN/m<sup>2</sup>.

‡ C = centrífuga; T = continua; M = matriz; I = revestimiento; M = molde permanente; P = yeso; S = arena

Tabla 7.

Composición de aleaciones seleccionadas de níquel

Aleación	Composición nominal, %												
	Ni	Cu	Fe	Cr	Mo	Al	Si	Mn	W	C	S	Nb	Ti
Nickel 270	99.98* mín												
Nickel 200	99.4*	0.1	0.15				0.05	0.25		0.05	0.005		
Duranickel 301	93.7*	0.05	0.35			4.4	0.5	0.3		0.17	0.005		
80 Ni	77.0 mín			19.5			1.5	2.5		0.25			
Monel 400	67	30	1.4				0.1	máx		máx			
Monel K-500	66	29	0.9			2.7	0.5	0.7		0.15	0.005		
Hastelloy C	51		6	17	19		0.1	1	5	0.15	0.01		
Incoloy 825	42	2.2	30	21.5	3	0.1	0.25	0.5		0.03	0.015		0.9
Inconel 600	76*	0.25	8	15.5			0.25	0.5		0.08	0.007		
Inconel 718	70* mín	0.50	5.9	15.5		0.7	0.7	1		0.08	0.01		2.3
TD Ni†	Balance	0.15 máx	0.05 máx							0.02 máx			

\*Incluyendo cobalto

†Co, 0.2 máx; Th agregado

Tabla 8. Temperaturas para tratamientos térmicos de aceros al carbono

Acero ANSI No.	Normalizar		Recocer		Templar	
	°C†	°F	°C†	°F	°C†	°F
1010	900–955	1650–1750	540–730	1000–1350	900–925	1650–1700
1020	900–955	1650–1750	540–730	1000–1350	870–910	1600–1675
1030	870–915	1600–1675	675–745	1250–1375‡	855–900	1575–1650
1035	855–900	1575–1650	855–900	1575–1650‡	830–870	1525–1600
1040	855–900	1575–1650	845–885	1550–1625‡	815–855	1500–1575
1045	845–900	1550–1650	830–870	1525–1600	800–845	1475–1550
1050	845–900	1550–1650	830–870	1525–1600	800–845	1475–1550
1060	830–885	1525–1625	815–855	1500–1575	790–845	1450–1550
1070	830–885	1525–1625	815–855	1500–1575	790–845	1450–1550
1080	830–885	1525–1625	815–855	1500–1575‡	790–845	1450–1550
1095	830–885	1525–1625	815–855	1500–1575‡	790–845	1450–1550

\* Basado en el ASM Metals Handbook, 1948.

† Calculado a partir de la temperatura en °F y redondeado hasta los 5°C más próximos.

‡ Para esferoidizar, recuézase a una temperatura de 675 a 745°C (1 250 a 1 375°F).

## 10.12 SOPORTE CENTRAL

Se encuentra asegurado por tornillos a la base de la máquina y sobre él se aloja el amortiguador de impacto y los rodillos guías, su finalidad es la de recibir la lámina una vez sale de los rodillos de tracción y servirle de guía a la entrada al sistema de corte. (ver anexo 14)

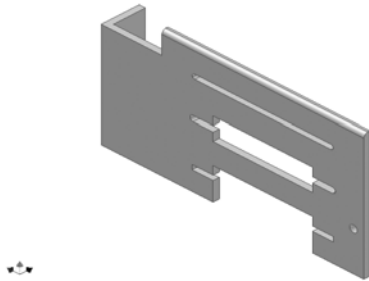


Figura 15. Soporte central.

Este soporte esta construido en acero 1020

## 10.13 RODILLOS GUÍAS

Son dos rodillos, uno escalonado y el otro revestido en PVC. La finalidad de estos dos rodillos es la de sujetar y tensionar la lámina de polietileno durante el corte y luego ubicar el parche sobre el tubo de caucho. (Ver anexos 15 y 16). El rodillo con revestimiento en PVC tiene la función específica de permanecer en contacto directo con el tubular y guiar el parche una vez cortado, el eje sobre el cual se apoya este rodillo posee una barra la cual tiene en su extremo un peso que permite que el rodillo permanezca en contacto con el rodillo escalonado y el tubular, esta barra rota sobre el eje para regular el ángulo y el peso se puede desplazar sobre la longitud de la barra para calibrar el momento en el rodillo

revestido

con

PVC.

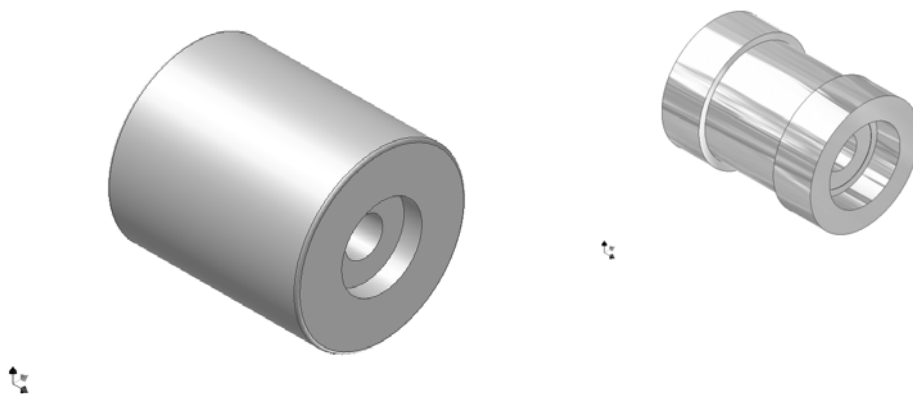


Figura 16. Rodillos guías.

El momento par es el producto de la intensidad o magnitud por la distancia entre las rectas paralelas que constituyen las líneas de acción. (Ver anexo 15)

$F \cdot a$  = momento del par

Donde :

$F$  = fuerza en kilogramos

$a$  = brazo del par en metros

El momento que se obtiene es el siguiente:

Fuerza = 1Kgr

Longitud de la palanca = 0.245 m

Momento = 1 Kgr X 0.245 m

Momento = 0.245 Kgr . m

En los extremos del rodillo revestido en PVC se encuentran dos resortes de compresión a 90° del eje de rodillo cuya función es permitir facilidad al rodillo de levantarse en el caso de pasar algún material extraño entre él y la banda transportadora.

Estos resortes tienen las siguientes características: ( ver tablas 1 y 2 )

Material = alambre en acero

$$\varnothing_{\text{ext}} = 17.4625\text{mm}$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 14.2875\text{mm}$$

$$d = 1.5875\text{mm}$$

$$L = 38.1 \text{ mm}$$

$$n = 7$$

$$G = 9000$$

$$R = 35 \text{ Kgrs}$$

Donde:

d = diámetro del alambre

L = longitud del resorte

n = número de espiras útiles

G=Módulo de elasticidad al cizallamiento por mm cuadrado 8000 a 10000

R = Resistencia práctica del metal al cizallamiento por mm cuadrado 30 a 40 Kgrs.

P = esfuerzo de tracción o compresión en kilogramos

f = flexión en mm soportando la carga P.

r = Radio del centro de gravedad de la sección en mm

$$P = \frac{\pi \times d^3 \times R}{16 \times r}$$

$$r = \varnothing_{\text{int}} + \frac{d}{2}$$

$$r = 14.2875\text{mm} + \frac{1.5875\text{mm}}{2}$$

$$r = 15.08125\text{mm}$$



$$P = \frac{\pi \times (1.5875\text{mm})^3 \times 35\text{Kgrs}}{16 \times 15.08125\text{mm}}$$

$$P = 1.8230 \text{ Kgrs} \cdot (\text{mm})^2$$

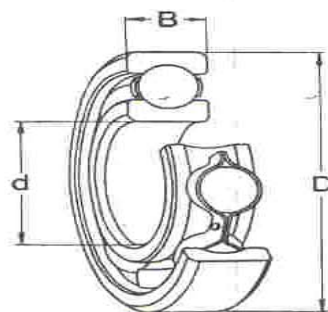
$$f = \frac{64 \times n \times P \times (r)^3}{G \times (d)^4}$$

$$f = \frac{64 \times 7 \times 1.8230 \text{ Kgrs} \cdot (\text{mm})^2 \times (15.08125\text{mm})^3}{9000\text{kgrs} \times (1.5875\text{mm})^4}$$

$$f = 49\text{mm}$$

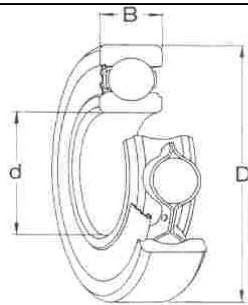
Este cilindro se apoya sobre rodamientos rígidos de bolas los cuales tienen una capacidad de carga dinámica 7200 y estática de 4500 con límites de velocidad 17000 r/min lubricado con grasa y 20000 r/min lubricado con aceite, tienen una masa de 0.069 Kgrs referencia 6004 (ver tabla 8)

Al igual el rodillo guía que hace contacto con el rodillo revestido en PVC se apoya también sobre un par de rodamientos rígidos de bolas con las siguientes características: capacidad de carga dinámica de 7500 y estática de 4650, un límite de velocidad lubricado en grasa de 19000, y lubricado con aceite tiene un límite de velocidad de 24000, tiene una masa de 0.060Kgrs, referencia 6301RS, la designación RS se refiere a que tiene solo una placa de obturación. (ver tabla 9)

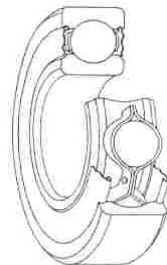


Dimensiones principales			Capacidad de carga		Límite de velocidad		Masa	Designación
d	D	B	dinám. C	estát. C <sub>0</sub>	Lubricación con grasa aceite			
mm			N (1 N = 0,102 kgf)		r/min		kg	—
3	10	4	375	176	40 000	48 000	0,0015	623
4	13	5	695	335	38 000	45 000	0,0031	624
	16	5	865	440	36 000	43 000	0,0054	634
5	16	5	865	440	36 000	43 000	0,0050	625
	19	6	1 290	695	32 000	38 000	0,0090	635
6	19	6	1 290	695	32 000	38 000	0,0084	626
7	19	6	1 320	710	34 000	40 000	0,0075	607
	22	7	2 500	1 340	30 000	36 000	0,013	627
8	22	7	2 500	1 340	32 000	38 000	0,012	608
9	24	7	2 850	1 530	30 000	36 000	0,014	609
	26	8	3 550	1 960	26 000	32 000	0,020	629
10	26	8	3 550	1 960	30 000	36 000	0,019	6000
	30	9	3 900	2 240	24 000	30 000	0,032	6200
	35	11	6 200	3 750	20 000	26 000	0,053	6300
12	28	8	3 900	2 240	26 000	32 000	0,022	6001
	32	10	5 300	3 100	22 000	28 000	0,037	6201
	37	12	7 500	4 650	19 000	24 000	0,060	6301
15	32	9	4 300	2 500	22 000	28 000	0,030	6002
	35	11	6 000	3 550	19 000	24 000	0,045	6202
	42	13	8 800	5 400	17 000	20 000	0,082	6302
17	35	10	4 650	2 800	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	7 350	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	10 400	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	17 600	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	42	12	7 200	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	9 800	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	12 200	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	23 600	16 600	10 000	13 000	0,40	6404
25	47	12	8 650	5 600	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	10 800	6 950	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	17 300	11 400	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	27 500	19 600	9 000	11 000	0,53	6405
30	55	13	10 200	6 800	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	15 000	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	21 600	14 600	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	33 500	24 000	8 500	10 000	0,74	6406

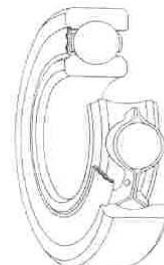
Tabla 10. Rodamientos rígidos de bolas con placa de protección o de obturación



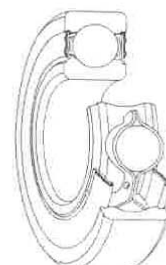
Ejecución Z  
1 placa de  
protección



Ejecución 2Z  
2 placas de  
protección



Ejecución RS  
1 placa de  
obturación



Ejecución 2RS  
2 placas de  
obturación

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Límite de velocidad			Masa	Designaciones			
d	D	B	dinám. C	estát. C <sub>0</sub>	Ejecución Z, 2Z Lubricación con grasa	Z aceite	RS, 2RS		Ejecución Z	2Z	RS	2RS
mm			N (1 N = 0,102 kgf)		r/min			kg	—			
3	10	4	375	176	40 000	48 000	—	0,0015	623-Z	623-2Z	—	—
4	13	5	695	335	38 000	45 000	—	0,0031	624-Z	624-2Z	—	—
	16	5	865	440	36 000	43 000	—	0,0054	634-Z	634-2Z	—	—
5	16	5	865	440	36 000	43 000	—	0,0040	625-Z	625-2Z	—	—
	19	6	1 290	695	32 000	38 000	22 000	0,0090	635-Z	635-2Z	—	—
6	19	6	1 290	695	32 000	38 000	20 000	0,0084	626-Z	626-2Z	626-RS	626-2RS
7	19	6	1 320	710	34 000	40 000	20 000	0,0075	607-Z	607-2Z	607-RS	607-2RS
	22	7	2 500	1 340	30 000	36 000	20 000	0,012	627-Z	627-2Z	627-RS	627-2RS
8	22	7	2 500	1 340	32 000	38 000	20 000	0,012	608-Z	608-2Z	608-RS	608-2RS
9	24	7	2 850	1 530	30 000	36 000	19 000	0,014	609-Z	609-2Z	609-RS	609-2RS
	26	8	3 550	1 960	26 000	32 000	18 000	0,020	629-Z	629-2Z	629-RS	629-2RS
10	26	8	3 550	1 960	30 000	36 000	19 000	0,019	6000-Z	6000-2Z	6000-RS	6000-2RS
	30	9	3 900	2 240	24 000	30 000	17 000	0,032	6200-Z	6200-2Z	6200-RS	6200-2RS
	35	11	6 200	3 750	20 000	26 000	15 000	0,053	6300-Z	6300-2Z	6300-RS	6300-2RS
12	28	8	3 900	2 240	26 000	32 000	17 000	0,022	6001-Z	6001-2Z	6001-RS	6001-2RS
	32	10	5 300	3 100	22 000	28 000	15 000	0,037	6201-Z	6201-2Z	6201-RS	6201-2RS
	37	12	7 500	4 650	19 000	24 000	14 000	0,060	6301-Z	6301-2Z	6301-RS	6301-2RS
15	32	9	4 300	2 500	22 000	28 000	14 000	0,030	6002-Z	6002-2Z	6002-RS	6002-2RS
	35	11	6 000	3 550	19 000	24 000	13 000	0,045	6202-Z	6202-2Z	6202-RS	6202-2RS
	42	13	8 800	5 400	17 000	20 000	12 000	0,082	6302-Z	6302-2Z	6302-RS	6302-2RS
17	35	10	4 650	2 800	19 000	24 000	13 000	0,039	6003-Z	6003-2Z	6003-RS	6003-2RS
	40	12	7 350	4 500	17 000	20 000	12 000	0,065	6203-Z	6203-2Z	6203-RS	6203-2RS
	47	14	10 400	6 550	16 000	19 000	11 000	0,12	6303-Z	6303-2Z	6303-RS	6303-2RS
20	42	12	7 200	4 500	17 000	20 000	11 000	0,069	6004-Z	6004-2Z	6004-RS	6004-2RS
	47	14	9 800	6 200	15 000	18 000	10 000	0,11	6204-Z	6204-2Z	6204-RS	6204-2RS
	52	15	12 200	7 800	13 000	16 000	9 500	0,14	6304-Z	6304-2Z	6304-RS	6304-2RS
25	47	12	8 650	5 600	15 000	18 000	9 500	0,080	6005-Z	6005-2Z	6005-RS	6005-2RS
	52	15	10 800	6 950	12 000	15 000	8 500	0,13	6205-Z	6205-2Z	6205-RS	6205-2RS
	62	17	17 300	11 400	11 000	14 000	7 500	0,23	6305-Z	6305-2Z	6305-RS	6305-2RS
30	55	13	10 200	6 800	12 000	15 000	8 000	0,12	6006-Z	6006-2Z	6006-RS	6006-2RS
	62	15	14 000	9 000	10 000	13 000	7 500	0,20	6206-Z	6206-2Z	6206-RS	6206-2RS
	72	19	21 600	14 000	9 000	11 000	6 300	0,35	6306-Z	6306-2Z	6306-RS	6306-2RS
35	62	14	12 200	8 500	10 000	13 000	7 000	0,16	6007-Z	6007-2Z	6007-RS	6007-2RS
	72	17	19 600	13 700	9 000	11 000	6 300	0,29	6207-Z	6207-2Z	6207-RS	6207-2RS
	80	21	25 500	18 000	8 500	10 000	6 000	0,46	6307-Z	6307-2Z	6307-RS	6307-2RS

SKF

### 10.13 RODILLO DE ENTRADA

Cumple con la función de guiar el tubular de caucho hacia la máquina que posiciona la lámina de polietileno ya que hay referencias que requieren de una distancia diferente en la ubicación del parche.

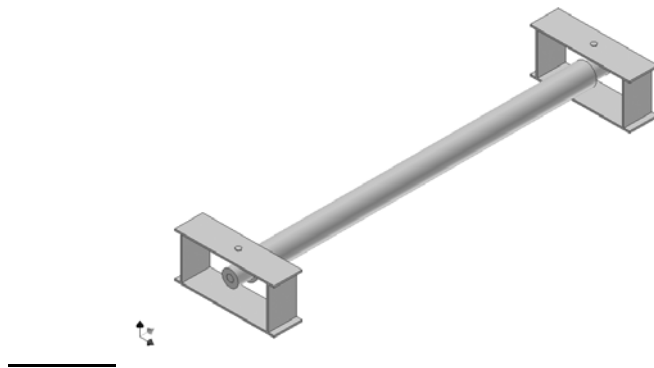


Figura 17. Rodillo de entrada.

### 10.15 FOTO CELDA INDUCTIVA

El parche es de color blanco y el tubular es de color negro, la foto celda distingue el color blanco y envía una señal al cilindro de presión para que éste actúe sobre el parche y lo presione contra el tubular.

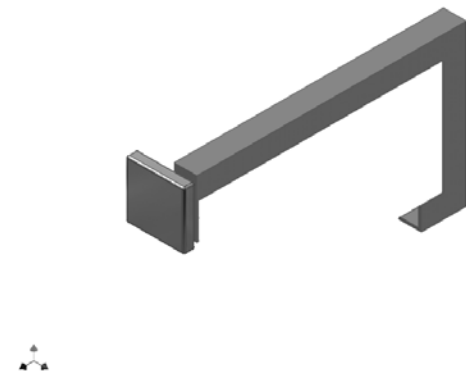


Figura 18. Foto celda inductiva.

#### 10.16 CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO Ø 3" LONGITUD DE CARRERA 4"

Este cilindro posee en el extremo un rodillo el cual presiona al parche, contra el tubular una vez recibe la señal de la foto celda.



Figura 19. Cilindro neumático Ø 3" longitud de carrera 4".

La presión de trabajo es de 60 PSI y la fuerza es: ( ver anexo 1)

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$\text{Fuerza} = \text{Presión} \times \text{Área}$$

$$\text{Área} = \text{Pi} \times \text{Radio Cuadrado}$$

$$\text{Área} = 3.1416 \times (1.5'')^2 \text{ cuadrado}$$

$$\text{Área} = 7.068'' \text{ cuadrado}$$

$$\text{Fuerza} = 60 \frac{\text{libras}}{\text{Pulgada cuadrada}} \times 7.068 \text{ pulgadas cuadradas}$$

$$\text{Fuerza} = 424.1150 \text{ libras}$$

Este cilindro neumático se desplaza 101.6 mm. en 1,30 seg., cuya velocidad es de :

$$\text{Espacio} = 101.6 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m.}}{1000 \text{ mm.}}$$

$$\text{Espacio} = 0.1016 \text{ m.}$$

$$\text{Tiempo} = 1,30 \text{ seg.} \times \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ seg.}}$$

$$\text{Tiempo} = 0.0216 \text{ min.}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{0.1016 \text{ m.}}{0.0216 \text{ min.}}$$

$$\text{Velocidad} = 4.703 \text{ m. / min.}$$

Los ajustes empleados en la construcción de esta máquina se basaron en las siguientes tablas (ver tablas 10 y 11), y características de los ajustes a definir así:

**Ajuste de rotación :** Tiene por objeto proporcionar resultados de marcha semejantes con la conveniente tolerancia para la lubricación en todo el intervalo de tamaños.

Estos ajustes se dividen en :

- **Clase RC1.** Ajuste de deslizamiento apretado: su fin es la situación exacta de las piezas que hallan de montarse sin juego perceptible .

- **Clase RC2.** Ajuste deslizante: este ajuste permite que las piezas se muevan y giren fácilmente, pero no tiene por fin que marchen libremente; además, en los grandes tamaños pueden agarrotarse con pequeñas variaciones de la temperatura.
- **Clase RC3.** Ajuste para rotación de precisión: se han ideado para el trabajo de precisión a velocidades lentas y con presiones ligeras en el muñón, pero no convienen donde se presentan diferencias apreciables de la temperatura.
- **Clase RC4.** Ajuste de rotación apretada: para ajustes de rotación en maquinaria exacta con moderadas velocidades superficiales y presiones sobre el muñón, cuando se desee una situación exacta y el juego mínimo.
- **Clase RC5 y RC6.** Ajuste de rotación media: Para velocidades de rotación mas elevadas o presiones sobre el muñón mas fuertes, o bien para ambas cosas.
- **Clase RC7.** Ajuste de rotación libre: para su utilización donde no sea esencial la exactitud o donde sean probables grandes variaciones de temperatura, o bien cuando se den las dos condiciones.
- **Clase RC8 y RC9.** Ajuste de rotación floja: para su empleo con materiales tales como árboles o tubos laminados en frío fabricados con las tolerancias comerciales.

**Ajustes con juego para situar las piezas :** Se ha ideado para piezas normalmente fijas, que, sin embargo, puedan montarse y desmontarse con facilidad. El ASA los subdivide en varias clases que van desde ajuste sin holgura para las piezas que requieran exactitud en su situación, pasando por los ajustes de juego medio, hasta los ajustes de sujeción donde sea de primordial importancia la facilidad del montaje.

**Ajuste de transición:** Son para aplicaciones donde la exactitud de la situación es importante, pero siendo admisible un pequeño juego o una pequeña interferencia.

**Ajuste de interferencia para situar :** Usados donde sea de primordial importancia la situación o colocación de las piezas y cuando éstas requieran rigidez y alineamiento sin exigencias especiales en cuanto a la presión sobre el agujero.

Los datos sobre límites de juego, los límites de interferencia y las tolerancias de los diámetros del agujero y del árbol se dan en ANSI B4.1, 1967.

**Ajustes forzados o por contracción:** Se caracterizan por presiones aproximadamente constantes sobre el agujero en todo el intervalo de tamaños; la interferencia varía casi directamente con el diámetro, y las diferencias entre los valores máximos y mínimos de las interferencias son pequeñas. Se subdividen en las siguientes clases:

- **Clase FN1.** Ajuste de poca fuerza: para aplicaciones que requieren presiones ligeras de montaje.
- **Clase FN2.** Ajuste de media fuerza: convenientes para piezas ordinarias de acero o para ajustes por contracción de secciones



ligeras. Comprenden aproximadamente los ajustes mas apretados que pueden emplearse con miembros externos de fundición de alta calidad.

- **Clase FN3.** Ajuste de mucha fuerza: para las piezas de acero mas pesadas o para ajustes por contracción de secciones medias.
- **Clase FN4 y FN5.** Ajuste forzados: convienen para piezas que pueden esforzarse mucho. Se emplean los ajustes por contracción en vez de los hechos por presión en los casos en que sean impracticables las intensas fuerzas presionantes necesarias para el montaje.

Tabla 11.

**Límites del juego para ajustes de rotación y deslizamiento**

(Los límites sobre el diámetro están en milésimos de pulgada)

Tamaño o diámetro nominal, pulg		Clase								
Más de	Hasta	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	RC6	RC7	RC8	RC9
0.04	0.12	0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	0.6	1.0	2.5	4.0
		0.45	0.55	0.8	1.1	1.4	1.8	2.6	5.1	8.1
0.12	0.24	0.15	0.15	0.4	0.4	0.8	0.8	1.2	2.8	4.5
		0.5	0.65	1.0	1.4	1.8	2.2	3.1	5.8	9.3
0.24	0.40	0.2	0.2	0.5	0.5	1.0	1.0	1.6	3.0	5.0
		0.6	0.85	1.3	1.7	2.2	2.8	3.9	6.6	10.7
0.40	0.71	0.25	0.25	0.6	0.6	1.2	1.2	2.0	3.5	6.0
		0.75	0.95	1.4	2.0	2.6	3.2	4.6	7.9	12.8
0.71	1.19	0.3	0.3	0.8	0.8	1.6	1.6	2.5	4.5	7.0
		0.95	1.2	1.8	2.4	3.2	4.0	5.7	10.0	15.5
1.19	1.97	0.4	0.4	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0	8.0
		1.1	1.4	2.2	3.0	4.0	5.2	7.1	11.5	18.0
1.97	3.15	0.4	0.4	1.2	1.2	2.5	2.5	4.0	6.0	9.0
		1.2	1.6	2.6	3.6	4.9	6.1	8.8	13.5	20.5
3.15	4.73	0.5	0.5	1.4	1.4	3.0	3.0	5.0	7.0	10.0
		1.5	2.0	3.2	4.2	5.8	7.4	10.7	15.5	24.0
4.73	7.09	0.6	0.6	1.6	1.6	3.5	3.5	6.0	8.0	12.0
		1.8	2.3	3.6	4.8	6.7	8.5	12.5	18.0	28.0
7.09	9.85	0.6	0.6	2.0	2.0	4.0	4.0	7.0	10.0	15.0
		2.0	2.6	4.4	5.6	7.6	9.6	14.3	21.5	34.0
9.85	12.41	0.8	0.8	2.5	2.5	5.0	5.0	8.0	12.0	18.0
		2.3	2.9	4.9	6.5	9.0	11.0	16.0	25.0	38.0
12.41	15.75	1.0	1.0	3.0	3.0	6.0	6.0	10.0	14.0	22.0
		2.7	3.4	5.8	7.4	10.4	13.0	19.5	29.0	45.0
15.75	19.69	1.2	1.2	4.0	4.0	8.0	8.0	12.0	16.0	25.0
		3.0	3.8	7.2	9.0	13.0	16.0	22.0	32.0	51.0

**AJUSTES POR CONTRACCIÓN, DE PRESIÓN, FORZADOS Y LIBRES**

Tabla 12.

**Límites de la interferencia para ajustes forzados o por contracción**

(Los límites sobre el diámetro están en milésimas de pulgada)

Tamaño o diámetro nominal, pulg		Clase				
Más de	Hasta	FN1	FN2	FN3	FN4	FN5
0.04	0.12	0.05	0.2	.....	0.3	0.5
		0.5	0.85	.....	0.95	1.3
0.12	0.24	0.1	0.2	.....	0.4	0.7
		0.6	1.0	.....	1.2	1.7
0.24	0.40	0.1	0.4	.....	0.6	0.8
		0.75	1.4	.....	1.6	2.0
0.40	0.56	0.1	0.5	.....	0.7	0.9
		0.8	1.6	.....	1.8	2.3
0.56	0.71	0.2	0.5	.....	0.7	1.1
		0.9	1.6	.....	1.8	2.5
0.71	0.95	0.2	0.6	.....	0.8	1.4
		1.1	1.9	.....	2.1	3.0
0.95	1.19	0.3	0.6	0.8	1.0	1.7
		1.2	1.9	2.1	2.3	3.3
1.19	1.58	0.3	0.8	0.8	1.5	2.0
		1.3	2.4	2.4	3.1	4.0
1.58	1.97	0.4	0.8	1.2	1.8	3.0
		1.4	2.4	2.8	3.4	5.0
1.97	2.56	0.6	0.8	1.3	2.3	3.8
		1.8	2.7	3.2	4.2	6.2
2.56	3.15	0.7	1.0	1.8	2.8	4.8
		1.9	2.9	3.7	4.7	7.2
3.15	3.94	0.9	1.4	2.1	3.6	5.6
		2.4	3.7	4.4	5.9	8.4
3.94	4.73	1.1	1.6	2.6	4.6	6.6
		2.6	3.9	4.9	6.9	9.4
4.73	5.52	1.2	1.9	3.4	5.4	8.4
		2.9	4.5	6.0	8.0	11.6
5.52	6.30	1.5	2.4	3.4	5.4	10.4
		3.2	5.0	6.0	8.0	13.6
6.30	7.09	1.8	2.9	4.4	6.4	10.4
		3.5	5.5	7.0	9.0	13.6
7.09	7.88	1.8	3.2	5.2	7.2	12.2
		3.8	6.2	8.2	10.2	15.8
7.88	8.86	2.3	3.2	5.2	8.2	14.2
		4.3	6.2	8.2	11.2	17.8
8.86	9.85	2.3	4.2	6.2	10.2	14.2
		4.3	7.2	9.2	13.2	17.8
9.85	11.03	2.8	4.0	7.0	10.0	16.0
		4.9	7.2	10.2	13.2	20.0
11.03	12.41	2.8	5.0	7.0	12.0	18.0
		4.9	8.2	10.2	15.2	22.0
12.41	13.98	3.1	5.8	7.8	13.8	19.8
		5.5	9.4	11.4	17.4	24.2
13.98	15.75	3.6	5.8	9.8	15.8	22.8
		6.1	9.4	13.4	19.4	27.2
15.75	17.72	4.4	6.5	9.5	17.5	25.5
		7.0	10.6	13.6	21.6	30.5
17.72	19.69	4.4	7.5	11.5	19.5	27.5
		7.0	11.6	15.6	23.6	32.5

Los tornillos empleados en la construcción de la máquina para colocar parches de polietileno fueron elegidos de acuerdo a la norma unificada de roscas. ( ver tablas 12, 13 y 14)

Las nuevas normas para roscas de tornillos unificadas son publicadas por el ANSI. Las series de roscas mencionadas en esta norma son grupos de combinaciones de diámetro y paso diferente entre si por el número de hilos usado con cada diámetro de la serie. Hay seis series de de norma y tres series especiales. Las últimas no se deben usar, sino cuando las series de norma no sean útiles. Las roscas de la norma unificada y americana que son comunes a las normas británicas y canadiense se conocen como unificadas y llevan la letra U como prefijo en el símbolo de la serie de roscas. Las que no llevan el prefijo son solo norma americana. La serie de norma y sus usos sugeridos son como sigue:

- **Serie de rosca gruesa ( UNC y NC ).** Para uso general, especialmente en donde se requiere rápido montaje y para hierro gris, metales suaves y plástico.
- **Serie de rosca fina ( UNF y NF ).** Para aplicaciones que requieren la mayor resistencia o en donde está limitada la longitud de agarre.
- **Serie de rosca extra fina ( UNEF y NEF ).** Para partes con altos esfuerzos y en donde se requieren las roscas interiores en los sujetadores de pared delgada.
- **Serie de 8 hilos (8N).** Para sustituir la serie de rosca gruesa para diámetros mayores que 1 pulgada.

- **Serie de 12 hilos ( 12 UN y 12 N ).** Una continuación de la serie de rosca extra fina para diámetros mayores que 1-1/2 pulgada.
- **serie de 16 hilos ( 16 UN y 16N ).** Una continuación de la serie de rosca extra fina para diámetros mayores que 2 pulgadas.

La norma para rosca de tornillos unificada y americana reconoce 8 clases de roscas diferentes una de la otra por la cantidad de holgura y / o tolerancia.

Las clases 1A , 2A y 3A se aplican solo a roscas externas; las clases 1B, 2B y 3B se aplican solo a roscas internas; y las clases 2 y 3, que solo se usan con las roscas de norma americana, se aplican tanto a roscas externas como internas.

- **Clases 1A y 1B.** proveen mayor holgura para facilidad de montaje, aun cuando las roscas estén sucias o ligeramente dañadas.
- **Clases 2A y 2B.** Para la fabricación de pernos, tornillos, tuercas y otros sujetadores comerciales. Permite el recubrimiento metálico (baño electrolítico) de las roscas externas.
- **Clases 3A y 3B.** Para trabajo de tolerancias justas en donde no se requiere holgura.
- **Clases 2 y 3.** Se han retenido como norma americana durante la transición en la industria a las clases unificadas.

La cotización de los elementos a construir tiene un total de \$ 5'405.000 los cuales fueron suministrados por la empresa Rubbermix S.A. para la ejecución del proyecto. (ver anexo 19)

Se efectuó el ensamble de cada uno de los grupos de mecanismos y se ensambló totalmente la máquina colocándose en operación.

Se obtuvieron los siguientes resultados al entrar en operación la máquina para posicionar el parche de polietileno:

- Se eliminó el porcentaje de reproceso.
- Se mejoraron las condiciones ergonómicas y ambientales del operario el cual fue trasladado a otra área.
- Se eliminaron defectos motivos de rechazo del neumático, como el de válvula contaminada originado por la operación manual.

Tabla 13.

# **Cargas que pueden soportar los tornillos y tuercas con rosca corriente sistema "WHITWORTH"**

Diámetro del tornillo	CARGA DE SEGURIDAD APROXIMADA EN KGS.					
	RESISTENCIA DEL MATERIAL					
	28 kgs. mm²	35 kgs. mm²	40 kgs. mm²	50 kgs. mm²	55 kgs. mm²	65 kgs. mm²
$\frac{3}{16}$ "	25	32	38	44	51	57
$\frac{1}{4}$ "	48	61	73	85	97	109
$\frac{5}{16}$ "	83	103	124	145	170	186
$\frac{3}{8}$ "	122	153	183	215	251	276
$\frac{7}{16}$ "	169	211	227	282	338	381
$\frac{1}{2}$ "	218	272	326	382	446	490
$\frac{9}{16}$ "	279	349	418	488	558	618
$\frac{5}{8}$ "	367	459	551	638	729	821
$\frac{3}{4}$ "	537	684	820	956	1093	1230
$\frac{7}{8}$ "	760	950	1139	1329	1519	1710
1"	997	1246	1496	1746	1993	2245
1 $\frac{1}{8}$ "	1254	1568	1882	2196	2509	2821
1 $\frac{1}{4}$ "	1609	2012	2414	2812	3215	3615
1 $\frac{3}{8}$ "	1914	2380	2850	3330	3624	4279
1 $\frac{1}{2}$ "	2338	2913	3507	4063	4644	5225
1 $\frac{3}{4}$ "	2659	3312	3974	4630	5292	5953
1 $\frac{7}{8}$ "	3155	3944	4733	5494	6277	7065
2"	3575	4468	5362	6155	7150	8044
2"	4160	5200	6240	7276	8316	9355
2 $\frac{1}{4}$ "	5266	6583	7900	9213	10530	11846
2 $\frac{1}{2}$ "	6719	8399	10079	11656	13434	15115
2 $\frac{3}{4}$ "	8035	10044	12042	14049	16056	18063
3"	9810	12262	14715	17136	19584	22032



Tabla 14. Dimensiones de cabeza de tornillos, tuercas y arandelas, sistema "Whitworth"

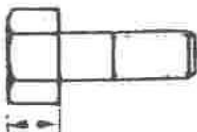
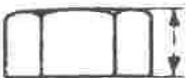

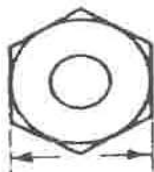
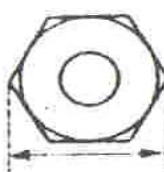
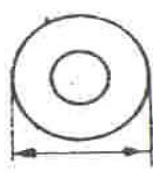
Diámetro del tornillo en pulgadas	Cabeza del tornillo	Tuerca	Contra tuerca	Entre caras	Entre aristas	Tuerca redonda	Arandelas	
	 mm.	 mm.	 mm.	 mm.	 mm.	 mm.	Diámetro en mm.	Espe-sor en mm.
1/4	5,842	6,604	6	13,3	15,944	13,3	20	1,5
5/16	7,112	8,128	7	15,2	17,526	15,2	21	1,5
3/8	8,636	9,906	8	18	20,222	18	25	2
7/16	9,906	11,430	10	20,8	24,130	20,8	29	2
1/2	11,430	12,954	11	23,3	26,92	23,3	32	3
5/8	14,224	16,256	13	27,9	32,26	27,9	35	3,5
3/4	17,018	19,304	15	33	38,10	33	44	4
7/8	19,812	22,606	17	37,5	43,43	37,5	50	4
1"	22,606	25,65	19	42,4	49,02	42,4	55	4
1 1/8	25,40	29,21	22	47,2	54,61	47,2	58	4
1 1/4	28,19	32,26	24	52	60,20	52	65	5
1 3/8	30,99	35,56	26	56,3	65,02	56,3	70	5
1 1/2	33,78	38,61	29	61,2	70,61	61,2	78	6
1 5/8	36,58	41,91	32	65,5	75,69	65,5	84	6
1 3/4	39,37	44,96	34	70	81,02	70	88	7
1 7/8	42,42	48,26	37	76,5	88,91	76,5	93	7
2"	44,96	51,31	39	80	92,45	80	98	8
2 1/4	50,55	57,65	44	90	104,14	90	110	9
2 1/2	56,13	64,01	50	98,8	114,04	98,8	121	9
3 3/4	61,72	70,36	55	106	122,68	106	134	10
3"	67,31	76,71	60	115	132,84	115	145	12

Tabla 15. Resistencia de tornillos de norma americana.

Tornillo		Áreas		Resistencia de tracción, lb			Resistencia de corte, lb			
Diám. del tornillo, pulg	Hilos por pulg	Tornillo completo, pulgada cuadrada	Fondo de la rosca, pulgada cuadrada	A	A	A	Tornillo completo		Fondo de la rosca	
				10 000 lb/pulg <sup>2</sup>	12 500 lb/pulg <sup>2</sup>	17 500 lb/pulg <sup>2</sup>	A 7 500 lb/pulg <sup>2</sup>	A 10 000 lb/pulg <sup>2</sup>	A 7 500 lb/pulg <sup>2</sup>	A 10 000 lb/pulg <sup>2</sup>
1/4	20	0.049	0.027	270	340	470	380	490	200	270
5/16	18	0.077	0.045	450	570	790	580	770	340	450
3/8	16	0.110	0.068	680	850	1 190	830	1 100	510	680
7/16	14	0.150	0.093	930	1 170	1 630	1 130	1 500	700	930
1/2	13	0.196	0.126	1 260	1 570	2 200	1 470	1 960	940	1 260
9/16	12	0.248	0.162	1 620	2 030	2 840	1 860	2 480	1 220	1 620
5/8	11	0.307	0.202	2 020	2 520	3 530	2 300	3 070	1 510	2 020
3/4	10	0.442	0.302	3 020	3 770	5 290	3 310	4 420	2 270	3 020
7/8	9	0.601	0.419	4 190	5 240	7 340	4 510	6 010	3 150	4 190
1	8	0.785	0.551	5 510	6 890	9 640	5 890	7 850	4 130	5 510
1 1/8	7	0.994	0.693	6 990	8 660	12 130	7 450	9 940	5 200	6 930
1 1/4	7	1.227	0.890	8 890	11 120	15 570	9 200	12 270	6 670	8 900
1 3/8	6	1.485	1.054	10 540	13 180	18 450	11 140	14 850	7 910	10 540
1 1/2	6	1.767	1.294	12 940	16 170	22 640	13 250	17 670	9 700	12 940
1 5/8	5 1/2	2.074	1.515	15 150	18 940	26 510	15 550	20 740	11 360	15 150
1 3/4	5	2.405	1.745	17 450	21 800	30 520	18 040	24 050	13 080	17 440
1 7/8	5	2.761	2.049	20 490	25 610	35 860	20 710	27 610	15 370	20 490
2	4 1/2	3.142	2.300	23 000	28 750	40 250	23 560	31 420	17 250	23 000
2 1/4	4 1/2	3.976	3.021	30 210	37 770	52 870	29 820	39 760	22 660	30 210
2 1/2	4	4.909	3.716	37 160	46 450	65 040	36 820	49 090	27 870	37 160
2 3/4	4	5.940	4.620	46 200	57 750	80 840	44 580	59 400	34 650	46 200
3	3 1/2	7.069	5.428	54 280	67 850	94 990	53 020	70 690	40 710	54 280



## **10.17 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA**

La energía eléctrica empleada en la máquina es para las electro válvulas que trabajan a 110 voltios y para el tablero de control.

Al final del proceso justo antes del corte del tubular de caucho se halla un instrumento (encoder rotatorio) que mide la longitud del tubular y genera pulsos eléctricos cuando se gira el eje, los cuales van a un contador de pulsos que recibe la señal del pulso del encoder, interpretándolo y convirtiéndolo en milímetros, este contador posee dos salidas por relee (set 1 y set 2). La salida set 1 controla el corte del neumático y la salida del set 2 controla el corte de la lámina de polietileno, de la forma que en el momento en que se corte un tubular, paralelamente se ubique un parche de polietileno sobre el tubular.

El proceso se inicia ajustando el contador de pulsos a la medida requerida tanto para el set 1 como para el set 2.

Cuando la banda transportadora esta alimentada con el material, el operario enciende el selector set 2 para iniciar el proceso de corte del tubular y de la lámina de polietileno, en ese momento el contador empieza a tomar lecturas desde el encoder y cuando el valor medido se iguala con el valor ajustado del set 1. El contador cierra el contacto set 1 y esta señal se envía para que se energice un relevo (RCN) que a su vez actúa la guillotina que corta el material. El relevo (RCN) es desenergizado por un censor inductivo que es actuado luego de que la guillotina corta el material, esto hace que la guillotina se detenga para iniciar un nuevo ciclo por medio del relevo R1. ( ver anexo 18)

Cuando el valor medido por el contador de pulsos se iguala con el valor ajustado por el set 2, el contador cierra el contacto del set 2 y esta señal se envía para que energice el relevo (RCP), el cual controla la electro válvula que controla el cilindro

neumático de la cuchilla de corte, por lo tanto cuando el contacto set 2 se cierra, la cuchilla corta el polietileno el cual cae y se adhiere al neumático. Luego la foto celda (F) detecta el parche y envía una señal, la cual energiza el relevo (RS) el cual a su vez energiza dos electro válvulas, la primera controla el cilindro pisador y la segunda salida controla el cilindro neumático de la colocadora de sello, por lo tanto cuando la foto celda censa el parche el pisador se actúa y pisa el parche contra el tubular y el mecanismo del sello es liberado para colocar dicho sello.

Para iniciar un nuevo ciclo debe haber una alimentación de lámina de polietileno, este se hace a través del relevo temporizado (T3), el cual es energizado por el relevo (RCP). Cuando (RCP) se cierra, (T3) empieza el conteo de tiempo y cuando llega al valor ajustado (3 segundos) cierra un contacto y energiza la electro válvula que da salida neumática al cilindro que controla el mecanismo que maneja la alimentación del polietileno, el cilindro neumático vuelve a su posición inicial debido a que el relevo temporizado es desenergizado cuando la foto celda censa el parche, los contactos del contador de pulsos set 1 y set 2 solo se sostienen por espacio de 500 milisegundos.

Al accionarse la electro válvula que controla el cilindro de alimentación (cuya posición inicial es afuera) éste entra halando la cremallera la cual a través de la corredera transmite movimiento giratorio en sentido horario al rodillo de tracción con revestimiento de neopreno, y este transmite el movimiento al otro rodillo de tracción por medio de engranajes que lo hacen girar en sentido antihorario logrando de esta manera retener el extremo libre de la lámina de polietileno y llevarlo hasta los rodillos de ubicación (escalonado y revestido en PVC) logrando así arrastrar una longitud de lámina de polietileno de 13 centímetros (medida especificada del parche), inmediatamente finaliza este proceso el cilindro de alimentación vuelve a su posición inicial, en este momento la lámina esta presionada en la parte superior por los rodillos de tracción y en

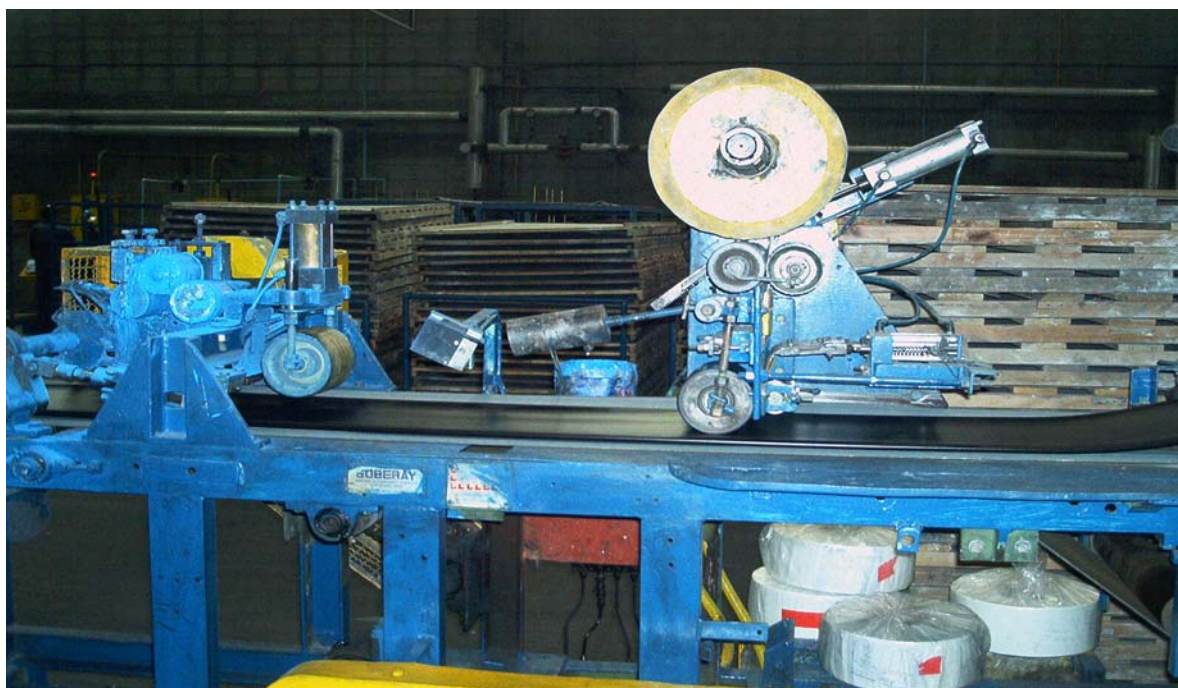
la parte inferior por los rodillos de posición, el rodillo con revestimiento en PVC se halla en constante movimiento ya que esta en contacto con la banda y es conducido por ella, lo cual le hace mantener la velocidad de la banda, que para cada referencia es diferente y el rodillo escalonado, como está en constante contacto, con el de revestimiento en PVC, una vez la lamina entra entre ellos, el escalonado se frena generando tensión sobre la lámina .

Al accionarse el cilindro de la cuchilla, la cual se encuentra a 100 °C impacta la lámina contra la platina de bronce retornando a la posición inicial adentro , esta platina de bronce posee en la parte posterior dos resortes, que permiten que la platina amortigüe el impacto de la cuchilla.

Una vez realizado el corte queda un parche de polietileno de 10 centímetros de ancho y 13 centímetros de longitud el cual se halla a 3 milímetros de tubular de caucho, e inmediatamente se efectúa el corte, este parche cae sobre el tubular de caucho que trae una temperatura entre 30 °C y 40 °C, el rodillo con revestimiento de PVC lo ubica sobre el tubular.

Una vez el parche pasa por el óptico de la foto celda esta envía la señal a la electro válvula que controla el cilindro de presión final que ejerce una fuerza de presión de 424 libras sobre el parche de polietileno contra el tubular de caucho y de aquí esta área que lleva el parche se sumerge en un tanque con solución jabonosa para continuar el proceso.

Figura 20. Máquina para posicionar parche de polietileno.



## 11.RELACIÓN COSTO / BENEFICIO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se relacionan los costos del proyecto contra el beneficio del mismo, la información sobre los salarios y valor del producto fueron suministrados por la empresa Rubbermix S.A.

Tabla16. Relación costo / beneficio.

COSTOS DE FABRICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN	
Costo de partes y repuestos adquiridos	\$ 5'405.000
Costo de partes y repuestos hallados en el almacén	\$ 2' 000.000
Costo de diseño y ensamble	\$ 2' 000.000
	-----
Total costo de fabricación e implementación	<b>\$ 9' 405.000</b>
BENEFICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA MAQUINA	
Ahorro mano de obra anual ( 1 operario por turno, 2 mensuales)	\$ 10' 800.000
Eliminación del reproceso el cual representa el 2,5% de la producción, estimada en 50,000 unidades mensuales, lo que genera un ahorro en el costo de \$ 200 por unidad	\$ 3' 000.000
	-----
Total beneficio de implementación	<b>\$13' 800.000</b>
$\text{Relación Costo / Beneficio} = \frac{9'405.000}{13' 800.000} = \mathbf{0,68}$	
$0,68 \times 12 \text{ meses} = 8 \text{ meses}$	
Lo cual significa que la inversión se recuperara en aproximadamente 8 meses	

## 12. CONCLUSIONES

- Como resultado del diagnóstico del problema, diseño de la solución y la posterior implementación técnica, la empresa viene percibiendo la realidad de la innovación tecnológica en los procesos productivos y por ende se ve reflejado en la rentabilidad de la misma.
- La ingeniería mecánica como profesión no se puede desligar de las necesidades sentidas de los clientes a la hora de abordar el diseño como elemento fundamental de innovación, crecimiento y competitividad de la industria o el país en general.
- El los procedimientos con mas de dos variables a controlar se hace necesaria la automatización del método.
- Los movimientos de una persona en una operación manual en un trabajo determinado, pueden ser analizados desde el punto de vista mecánico y ser estandarizados u homologados por elementos mecánicos ( levas, cilindros neumáticos, engranajes, etc.). Es importante aclarar que se pueden reemplazar las operaciones manuales de la persona dentro del proceso industrial, y no los movimientos intrínsecos del ser humano como tal, es decir no existen elementos de ninguna disciplina (mecánicos, eléctricos o electrónicos) que reemplacen las funciones naturales del hombre como por ejemplo, un brazo que sujete diferentes piezas o prótesis que suplan las funciones de algún órgano del ser humano.

- El diseño o los cálculos teóricos basados en estudios investigativos no son totalmente iguales a la realidad pero dan una gran aproximación en comparación a los métodos empíricos que se apoyan en la experiencia. Se logran obtener respuestas mas rápidas por medio de los cálculos que a través de métodos de ensayo y error.
- Los errores mecánicos dentro de un proceso son constantes, mientras que las fallas humanas son periódicas, es decir, por ejemplo el parche en la operación manual unas veces se ubica en la posición adecuada y otras veces no y depende del estado de ánimo del operario, en el método automático una de estas dos opciones es continua y se corrige del elemento que la este causando.

## BIBLIOGRAFIA

A. L. Casillas. Máquinas cálculos de taller. 23 ed. Madrid : Edición Hispanoamericana. 643 p.

ARTOBOLEVSKI. I.I: Mecanismos en la teoría moderna. 2.ed. Moscú : Editorial MIR, 1982. V 1.

BAUMEISTER Theodore y AVALLONE Eugene A. y BAUMEISTER III Theodore. Marks Manual del Ingeniero Mecánico. 2. ed. México, D.F. : McGraw Hill, 1984 V.1

FESTO. Programa de fabricación. Catálogo. 128 p.

SKF. Manual de mantenimiento y recambio de rodamientos. Catálogo 3014 sp. Editorial Jarrold Printing. 1977. 136 p.

ICONTEC. Compendio tesis y otros trabajos de grado. Bogota D.C. : Icontec, 2002.1v

AUTODESK INVENTOR (TM) 5.0. 2001. Build. M5.5000.5058e. Software de diseño mecánico.

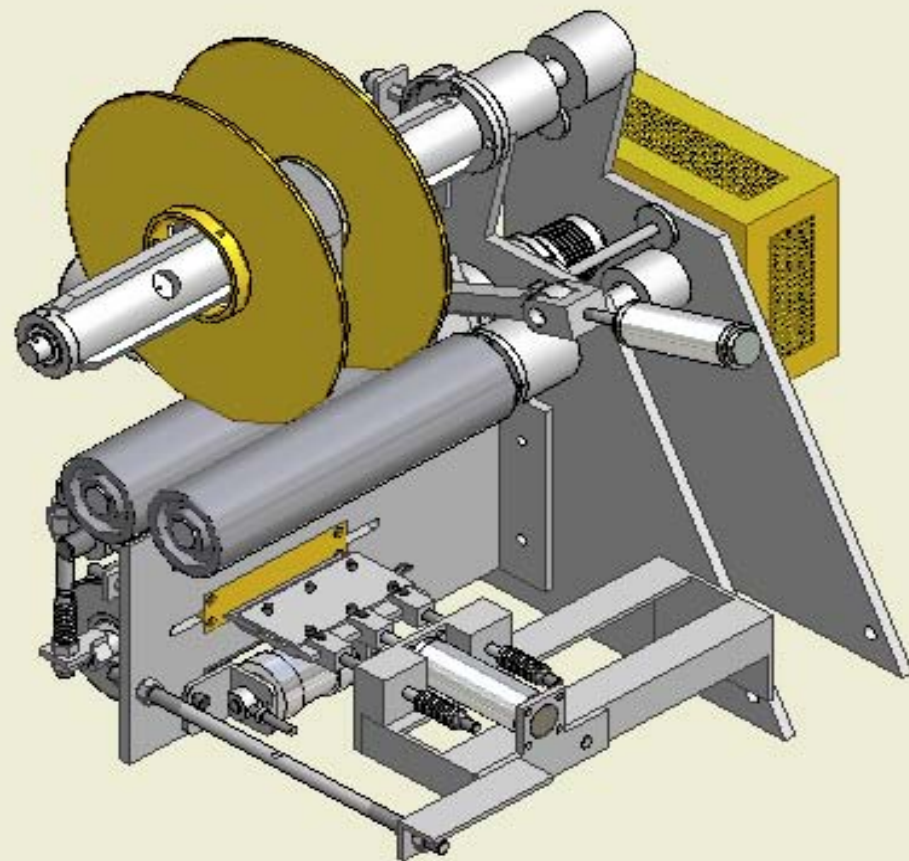
KERN Q. Donald. Procesos de transferencia de calor. México D.F. Editorial continental S.A., 1965, 980 p.

UDDEHOLM. Holdax acero pretemplado para moldes y porta moldes. 6 p.

UDDEHOLM. Tratamiento térmico de acero para utillaje. 14 p.



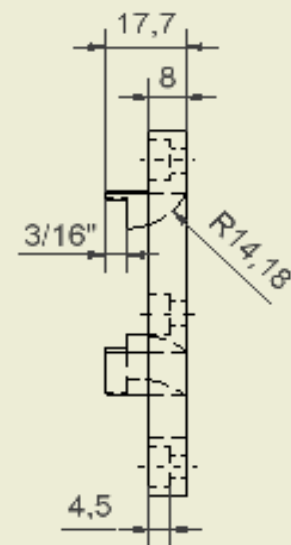
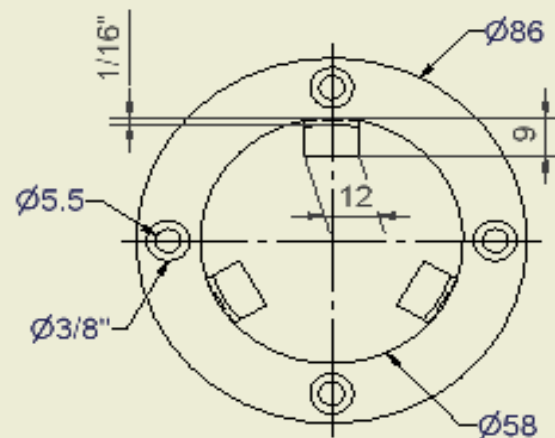
**ANEXOS**



# ANEXO 7

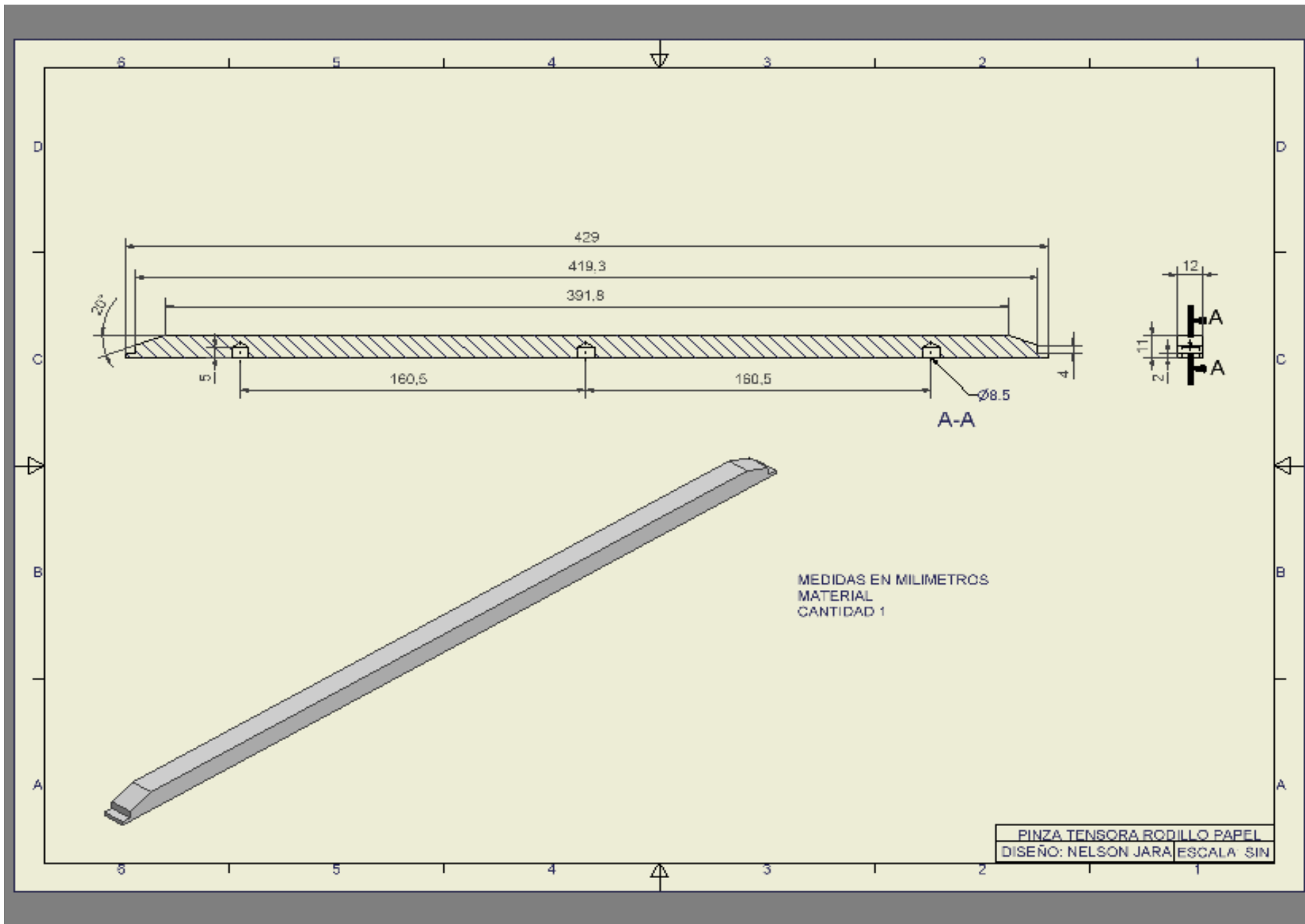
Parte List			
ITEM	QTY	PART NUMBER	PLANO
1	2	RODAMIENTO DE CAAASTILLA DURACOP NAB25	PLANO 04
2	1	TAPA RODILLO PAPEL	REC30019-0P25
3	1	R.F.TENSOR RODILLO PAPEL	REC30018-0P28
4	1	TAPA RODILLO TENEOR PAPEL	REC30018-0P28
5	2	FINZA TENSORA RODILLO PAPEL	REC30019-0P28
6	1	R.F. RODILLO PAPEL	REC30018-0P28
7	6	RESORTES RODILLO PAPEL	

DESE. 001 PORTALAN DE EQUIPAMIENTO  
DISEÑO DE CONJUNTO DE EQUIPAMIENTO



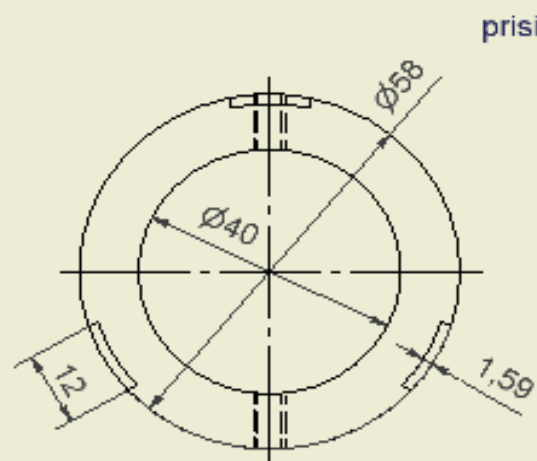
MEDIDAS EN MILIMETROS Y PULGADAS  
MATERIAL  
CANTIDAD 1

TAPA RODILLO PAPEL	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:0.7

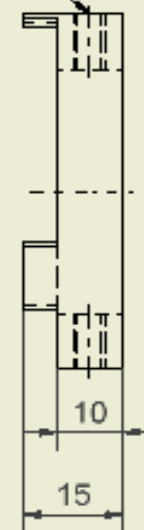




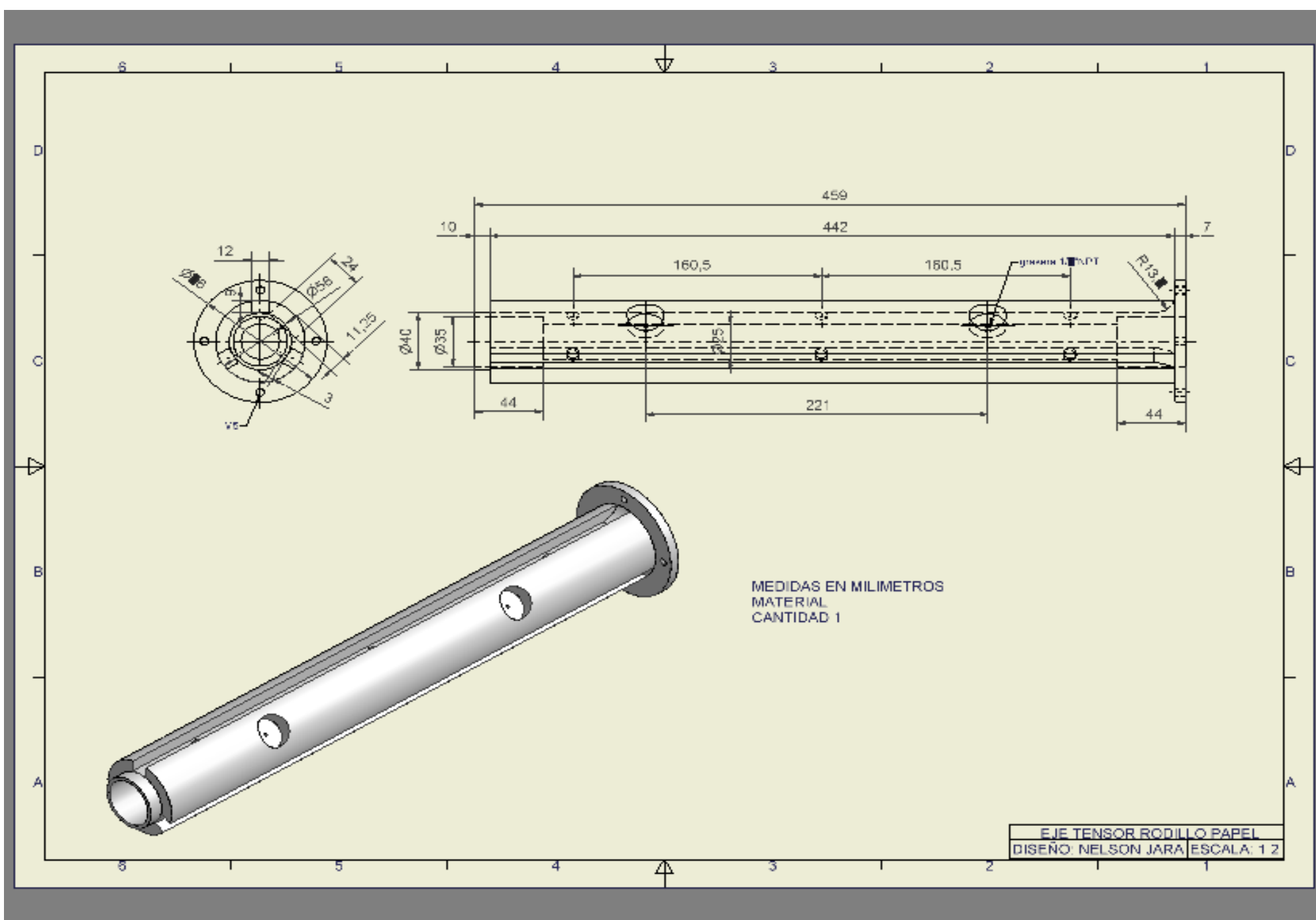
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL  
CANTIDAD 1



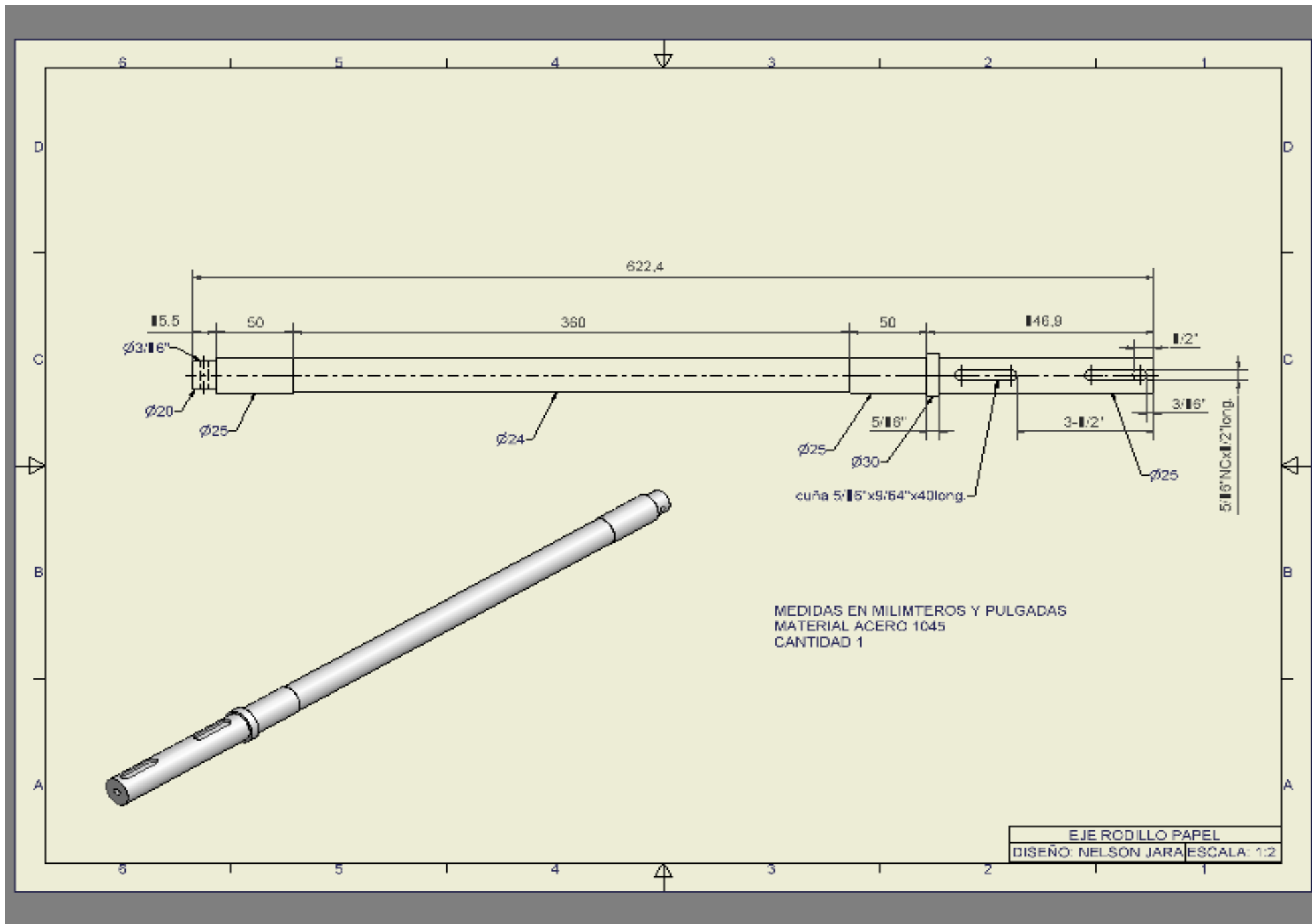
prisionero de 3/16"NC



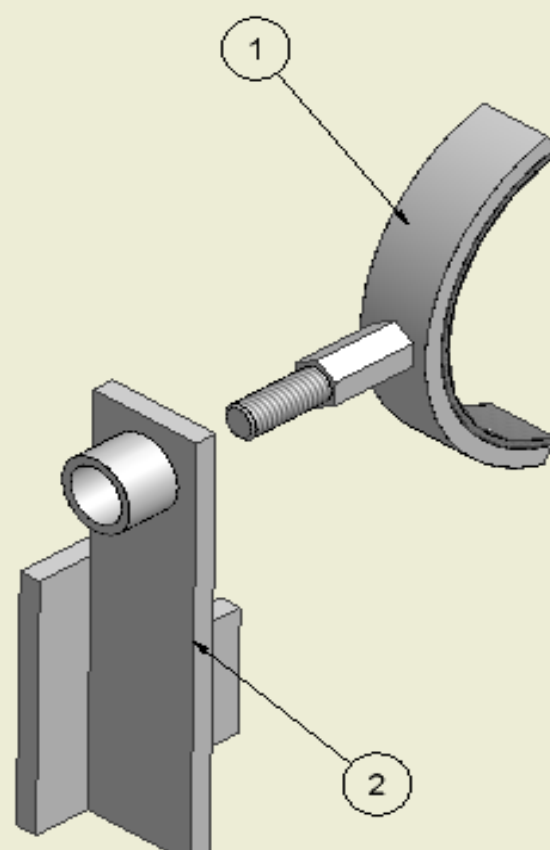
TAPA RODILLO TENSOR PAPEL	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1





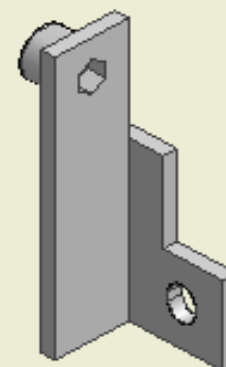
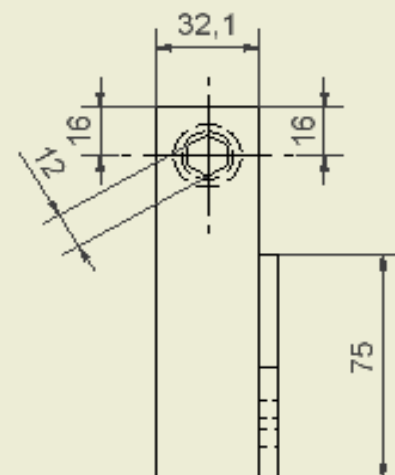
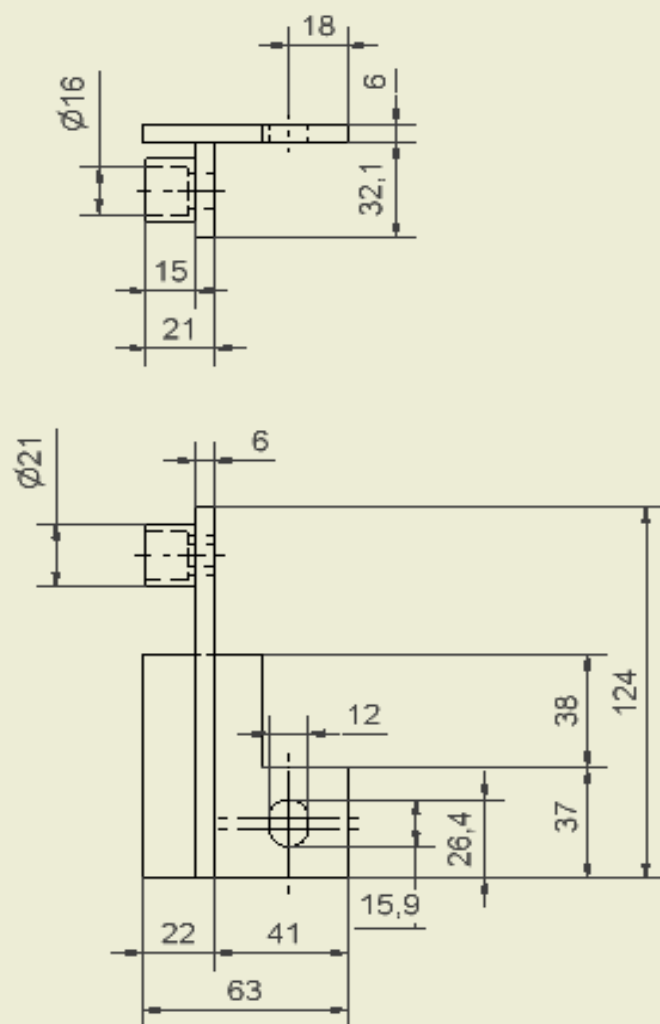


# ANEXO 8



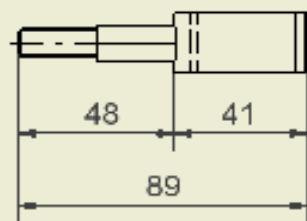
Parts List		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	freno rollo
2	1	soporte sist.freno

SIST. DE FRENO RODILLO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1

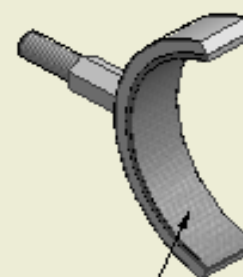


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

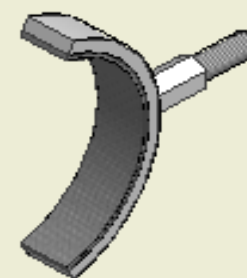
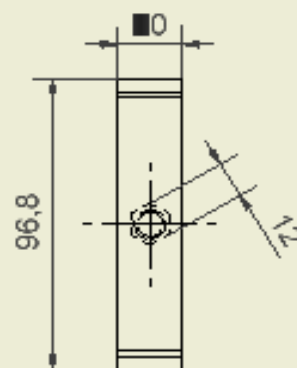
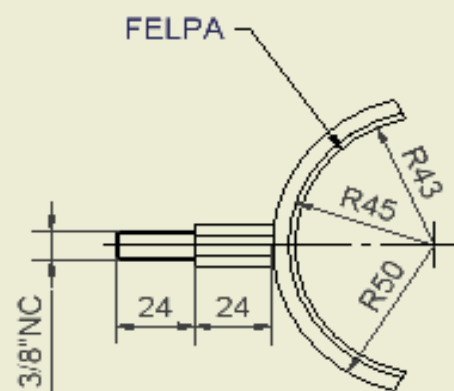
FRENO ROLLO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

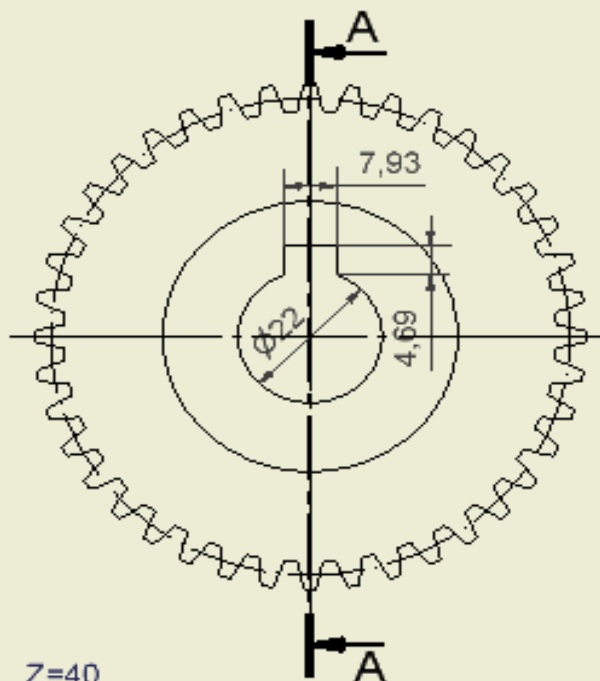


FELPA



FRENO DE ROLLO  
DISEÑO: NELSON J. R. ESCALA: 1:1

# ANEXO 9



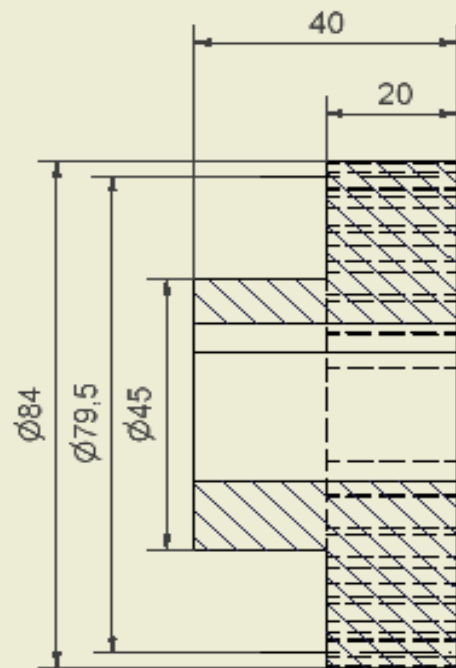
$Z=40$

$\phi_{\text{prim}}=79,5$

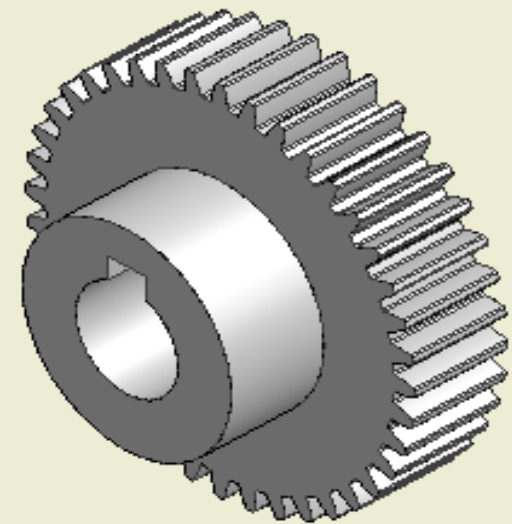
$\phi_{\text{ext}}=84$

$M=$

$\text{ang}^{\circ}\text{presion}=$



A-A

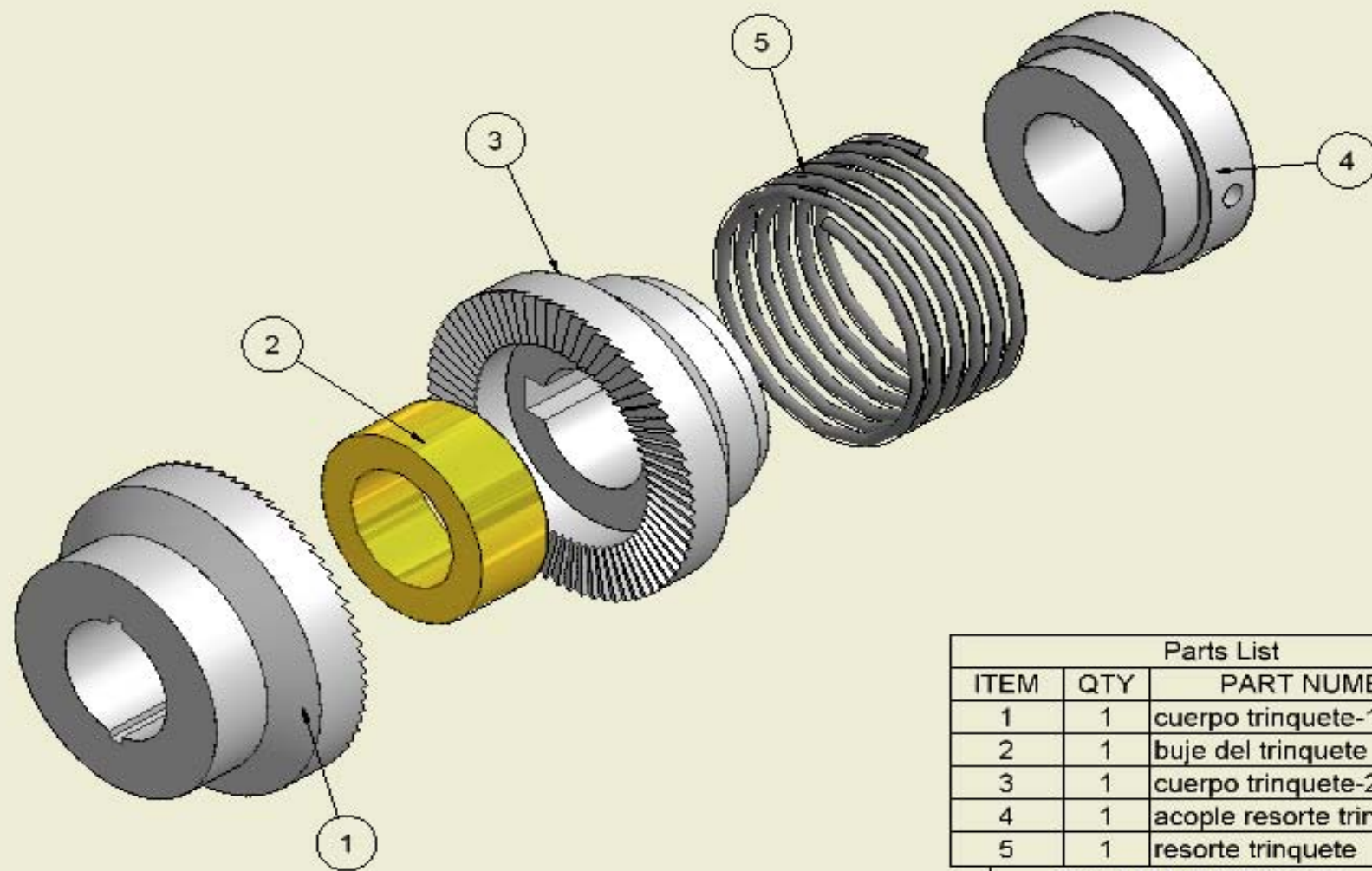


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 2

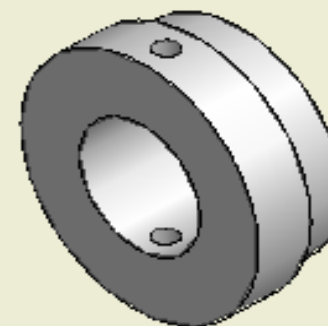
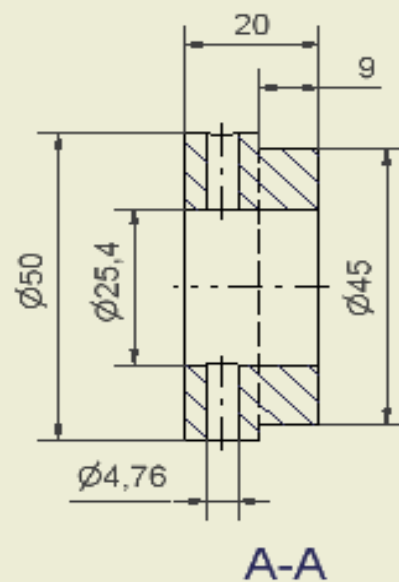
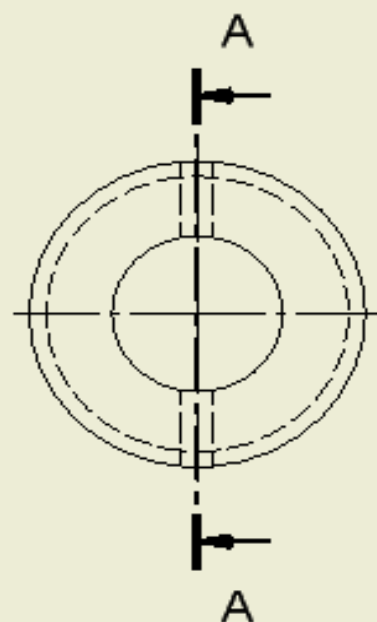
PIÑÓN DE EJES	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1

# ANEXO 10



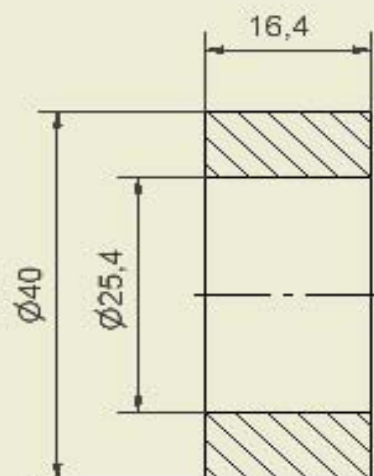
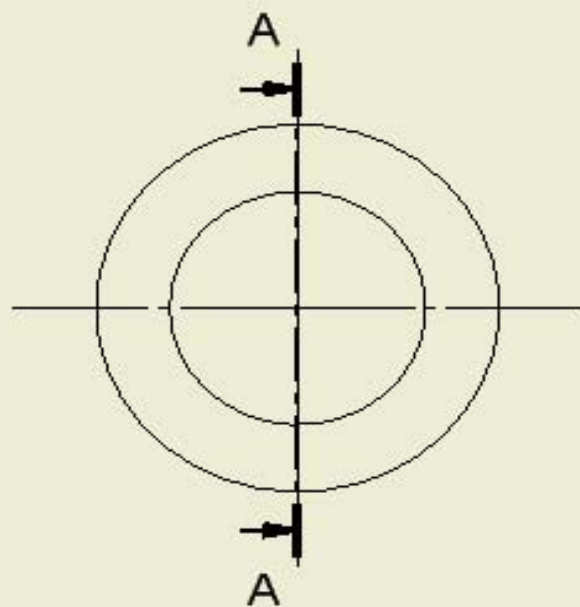


Parts List		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	cuerpo trinquete-1
2	1	buje del trinquete
3	1	cuerpo trinquete-2
4	1	acople resorte trinquete
5	1	resorte trinquete
SISTEMA TRINQUETE		
DISEÑO: NELSON JARA   ESCALA: 1:1		

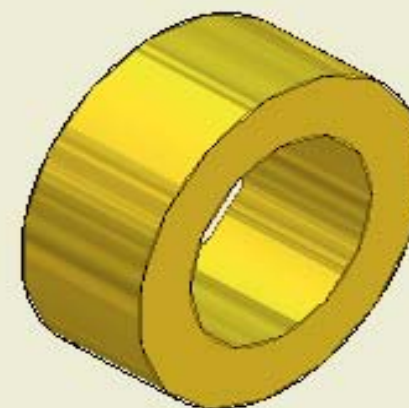


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 1

CUERPO TRINQUETE-1	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1

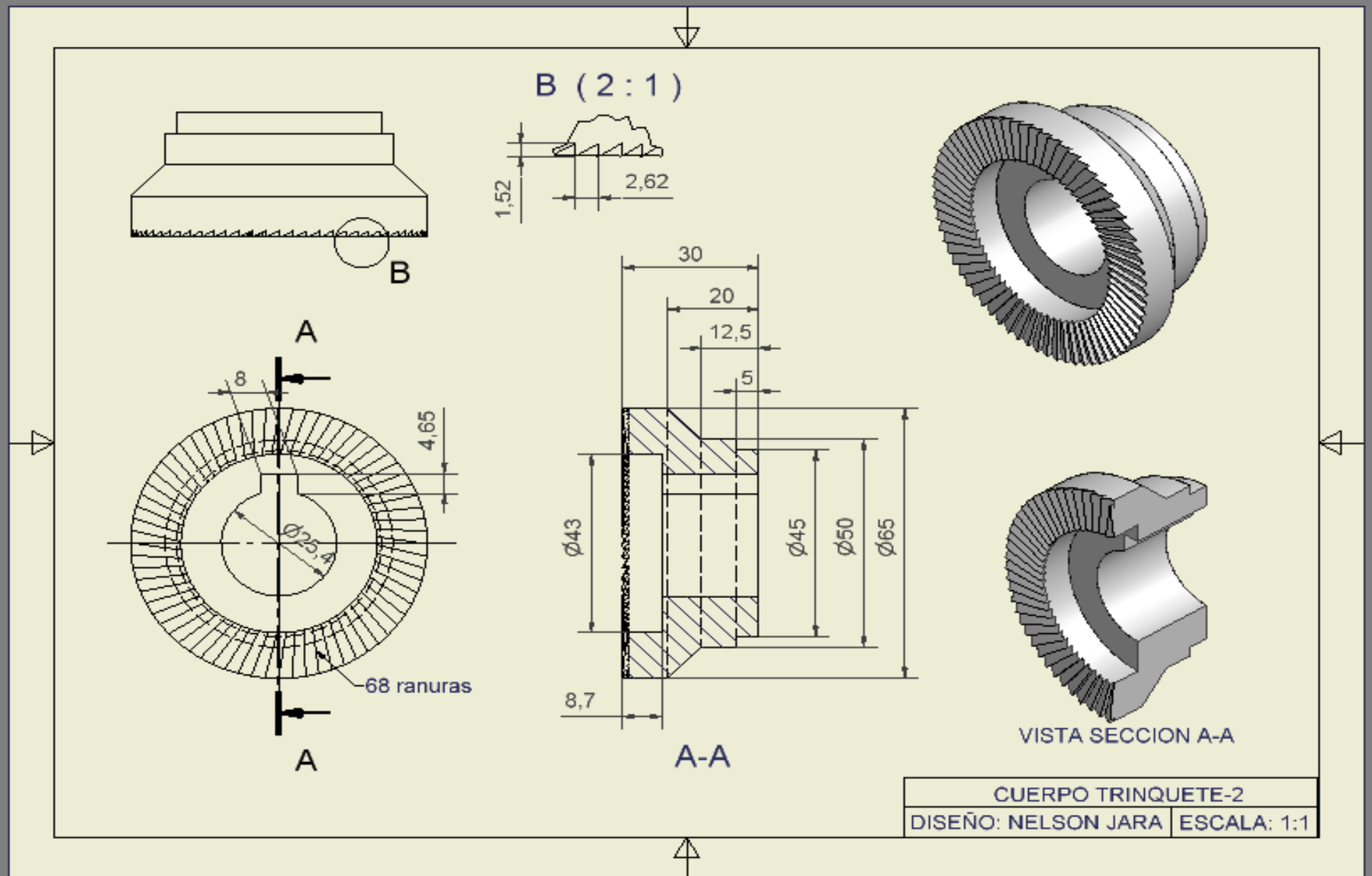


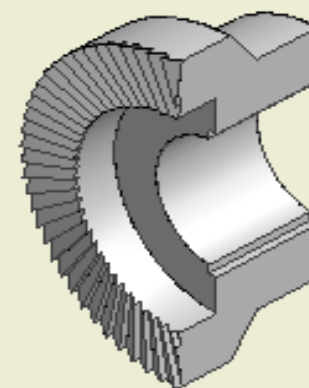
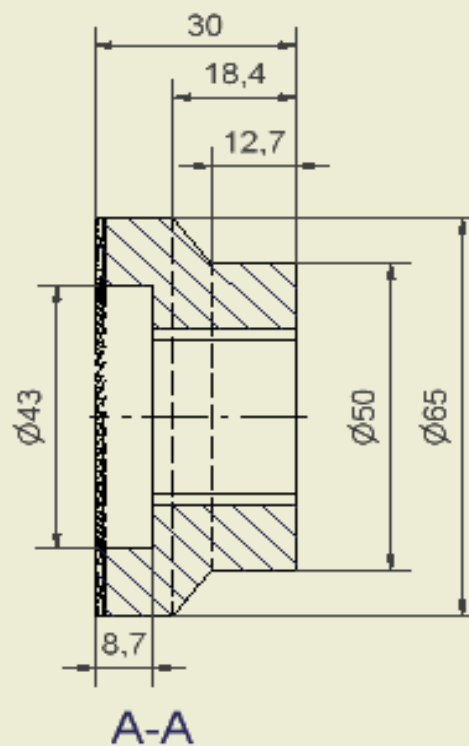
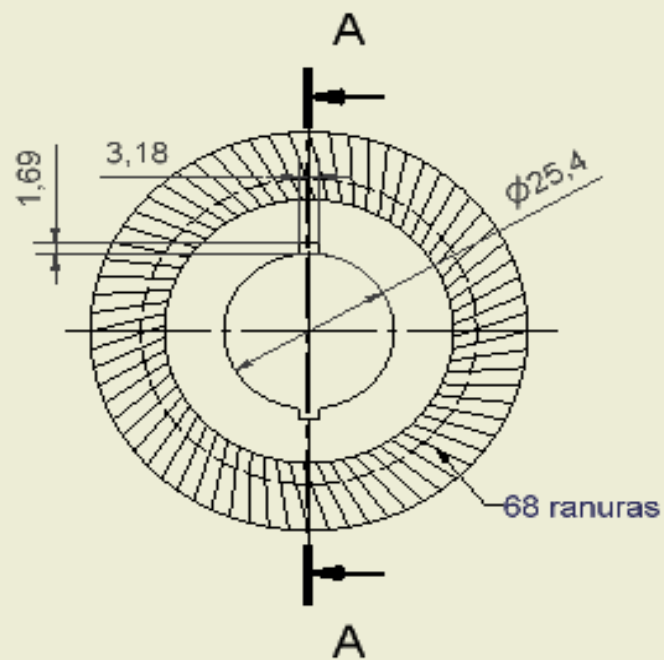
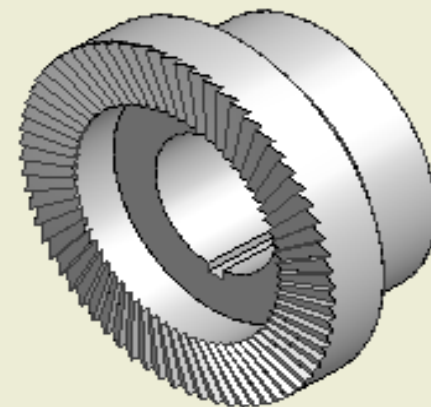
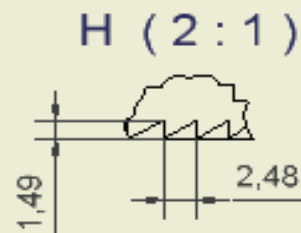
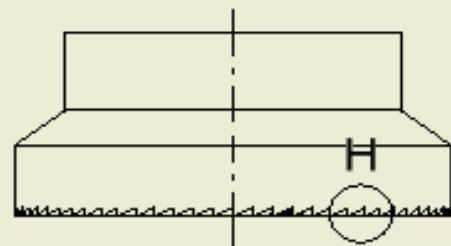
A-A



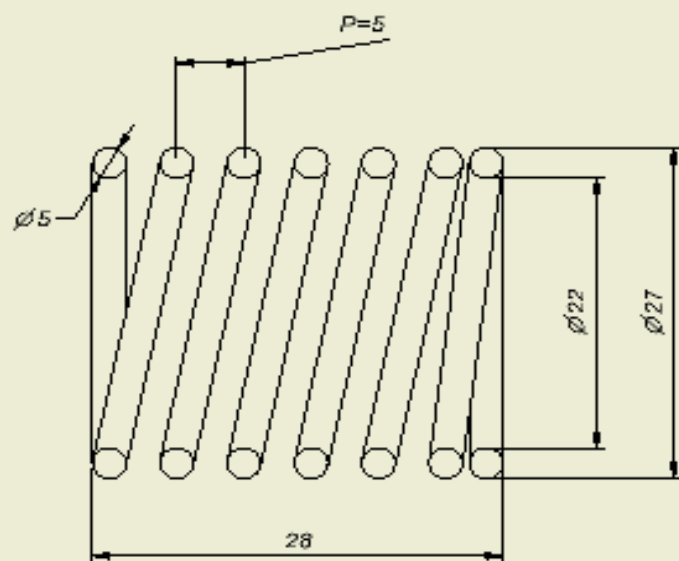
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE  
CANTIDAD 1

BUJE DEL TRINQUETE	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1.5





CUERPO TRINQUETE-1  
DISEÑO: NELSON JARA | ESCALA: 1:1

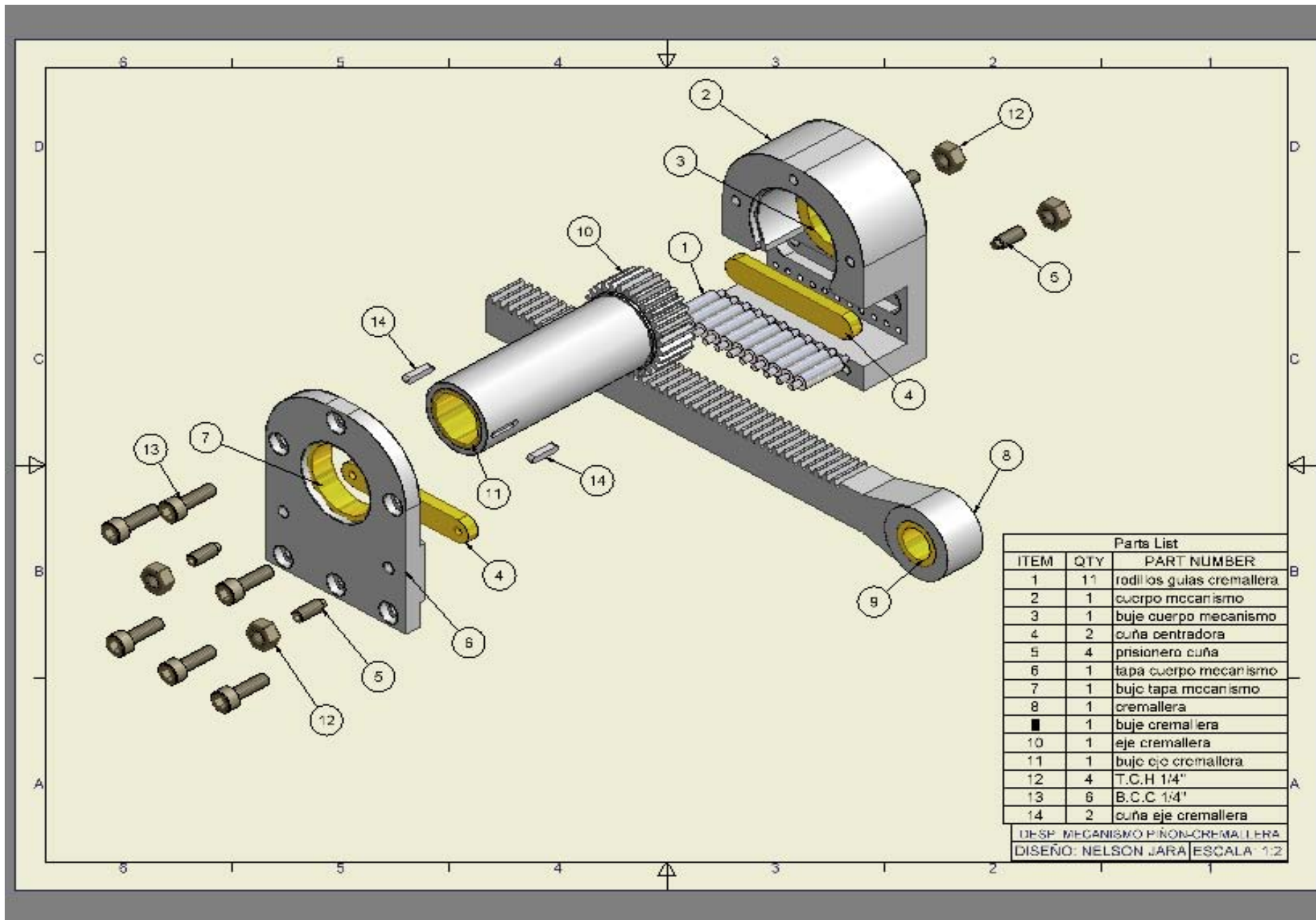


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ALAMBRE  $\phi 2.5\text{mm}$   
CANTIDAD 1

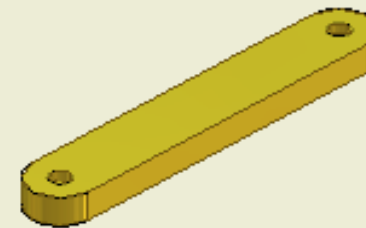
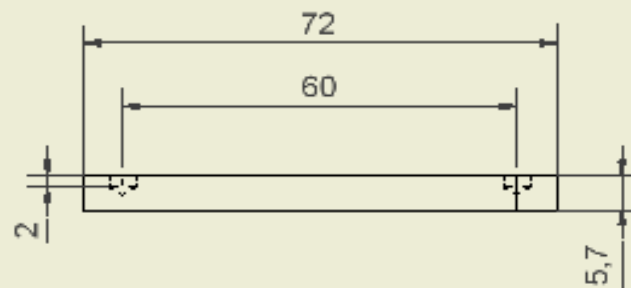
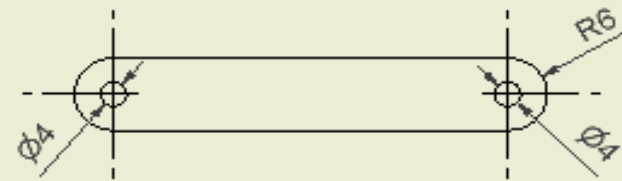
RESORTE DEL TRINQUETE	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 2:1

# ANEXO 11







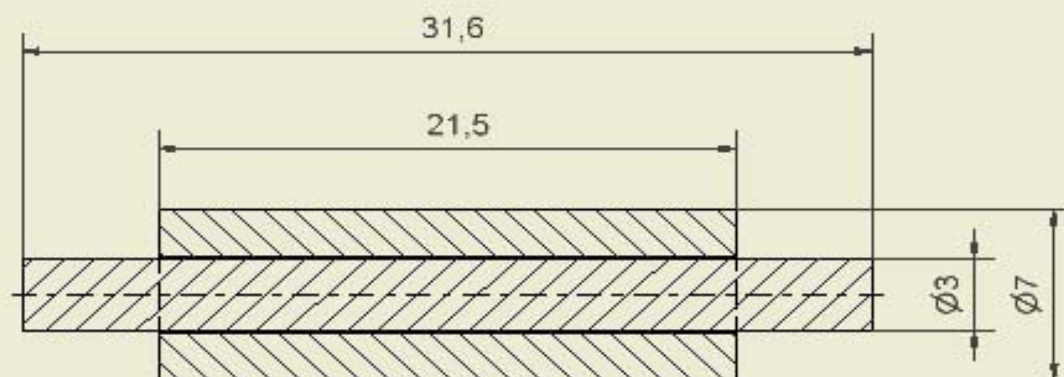


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANTIDAD 2

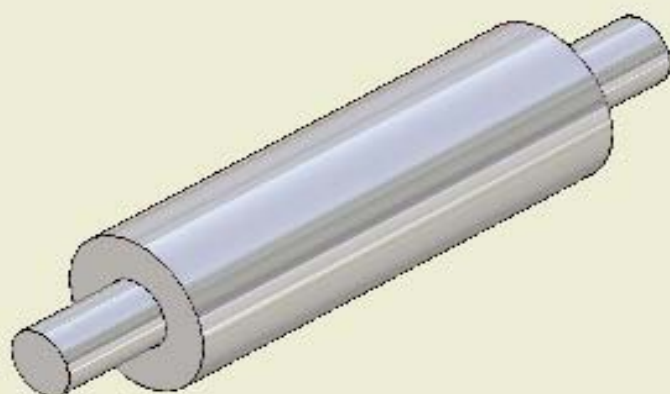
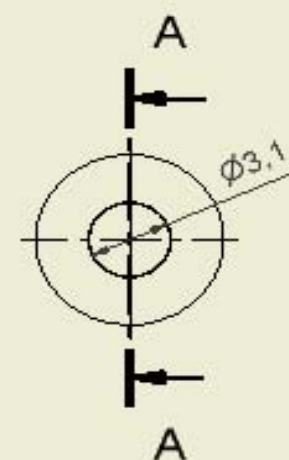
**CUÑA CENTRADORA**

DISEÑO: NELSON JARA

ESCALA : 1:1

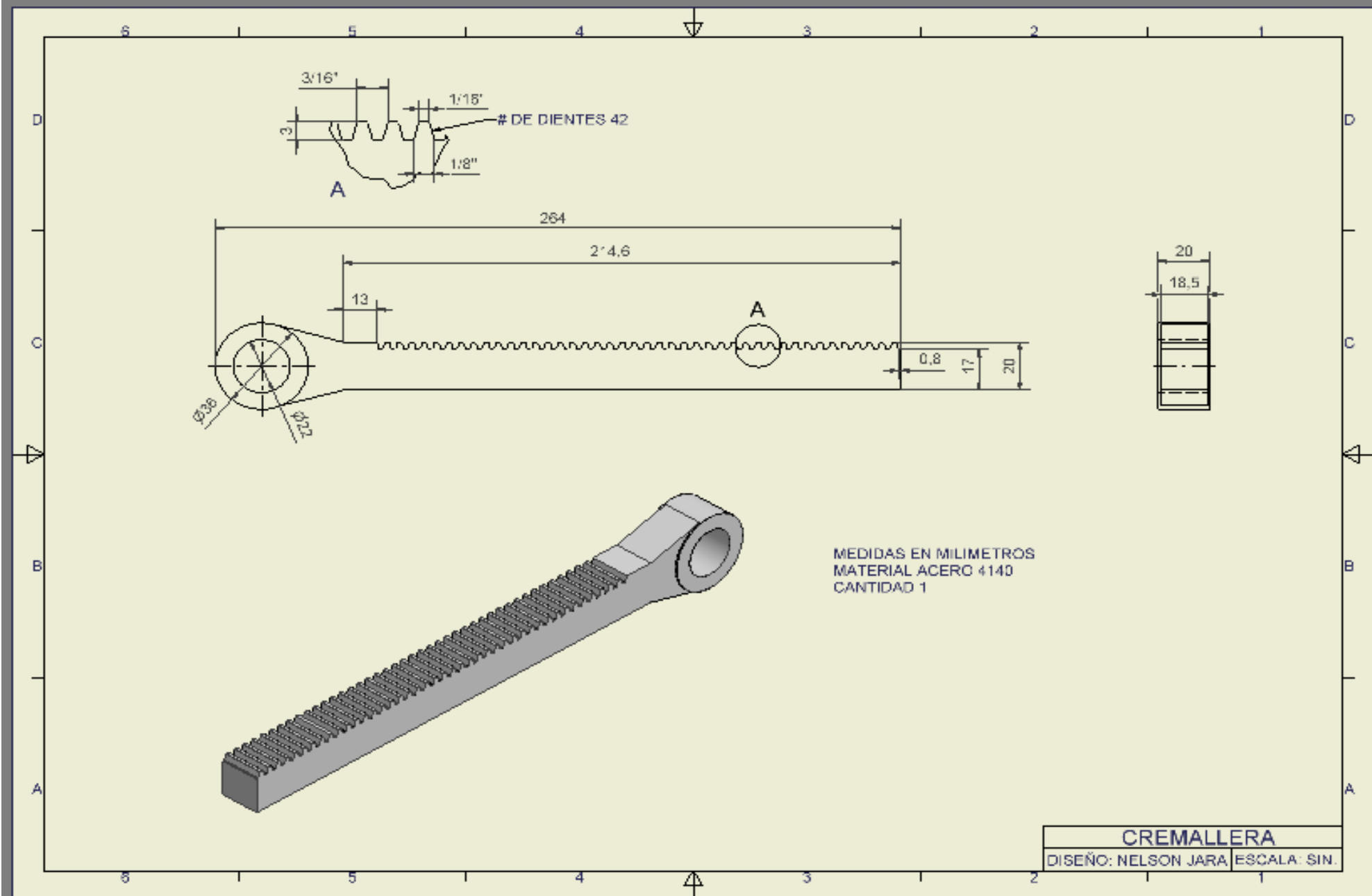


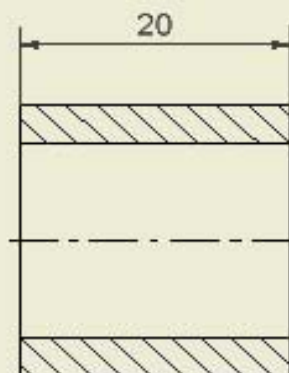
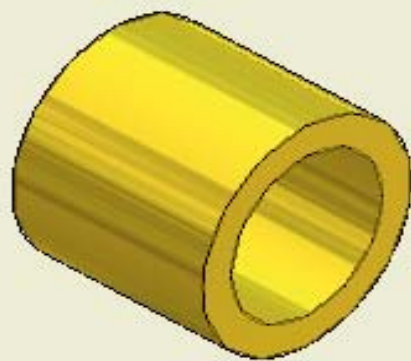
A-A



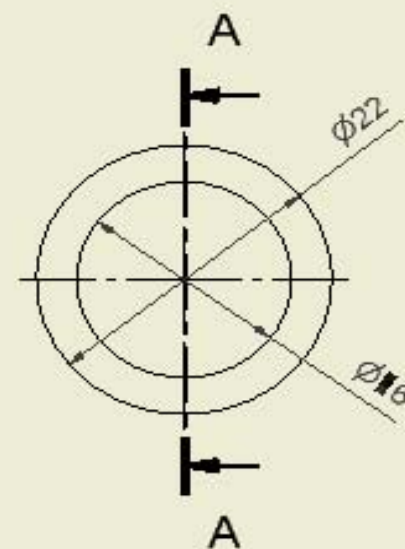
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL  
TRATAMIENTO TERMICO  
CANTIDAD 11 C/U

RODILLOS GUIA CREMALLERA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA : 4:1



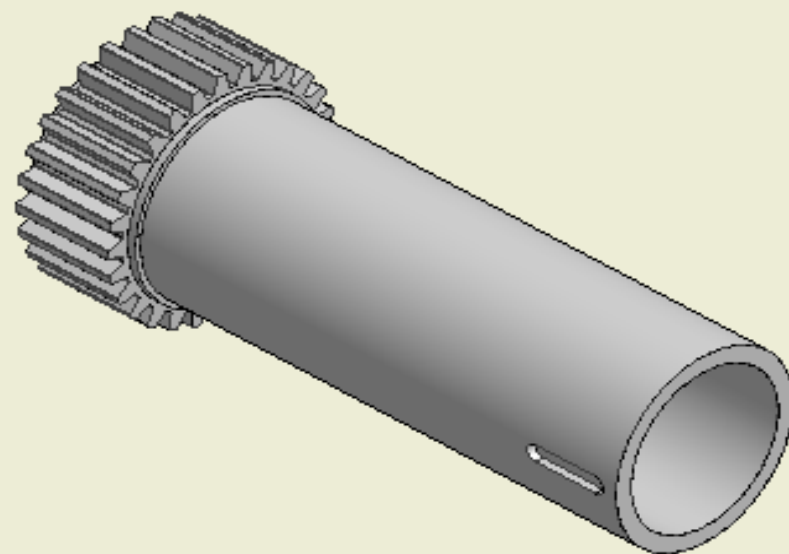
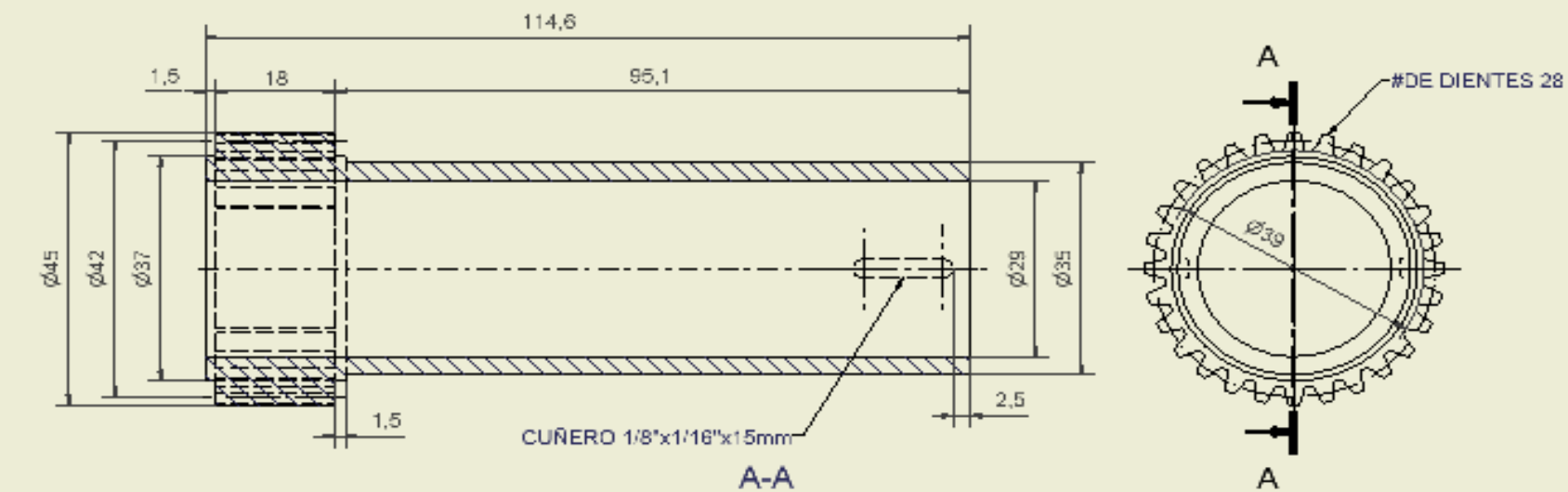


A-A



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANITIDAD 1

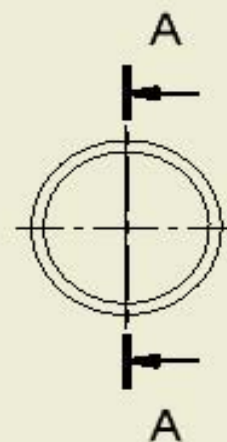
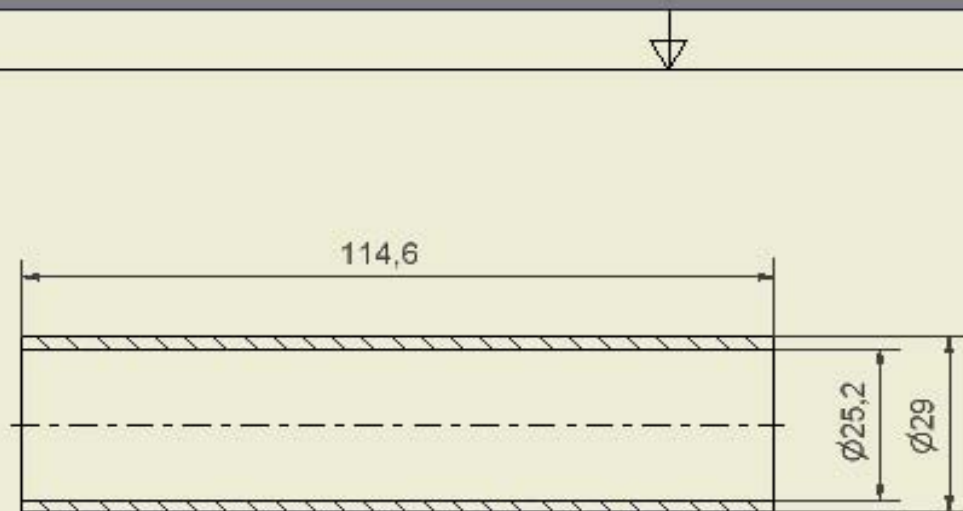
BUJE CREMALLERA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



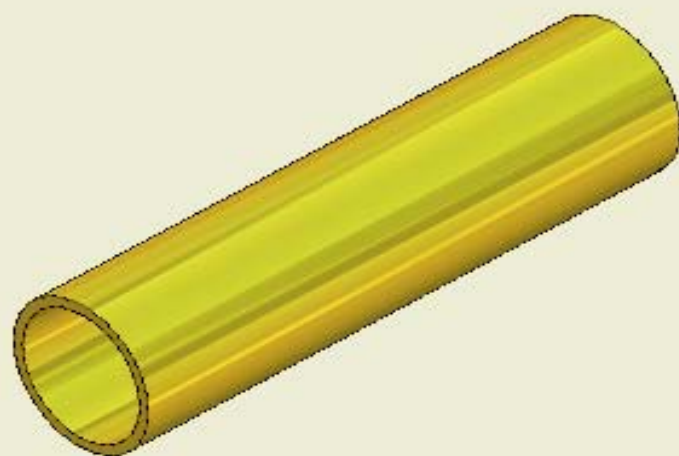
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 1

Z=28  
 $\phi_{prim}=39$   
 $\phi_{ext}=45$   
M=  
ang°presion=

EJE PIÑON CREMALLERA  
DISEÑO: NELSON JARA | ESCALA: 1.5:1

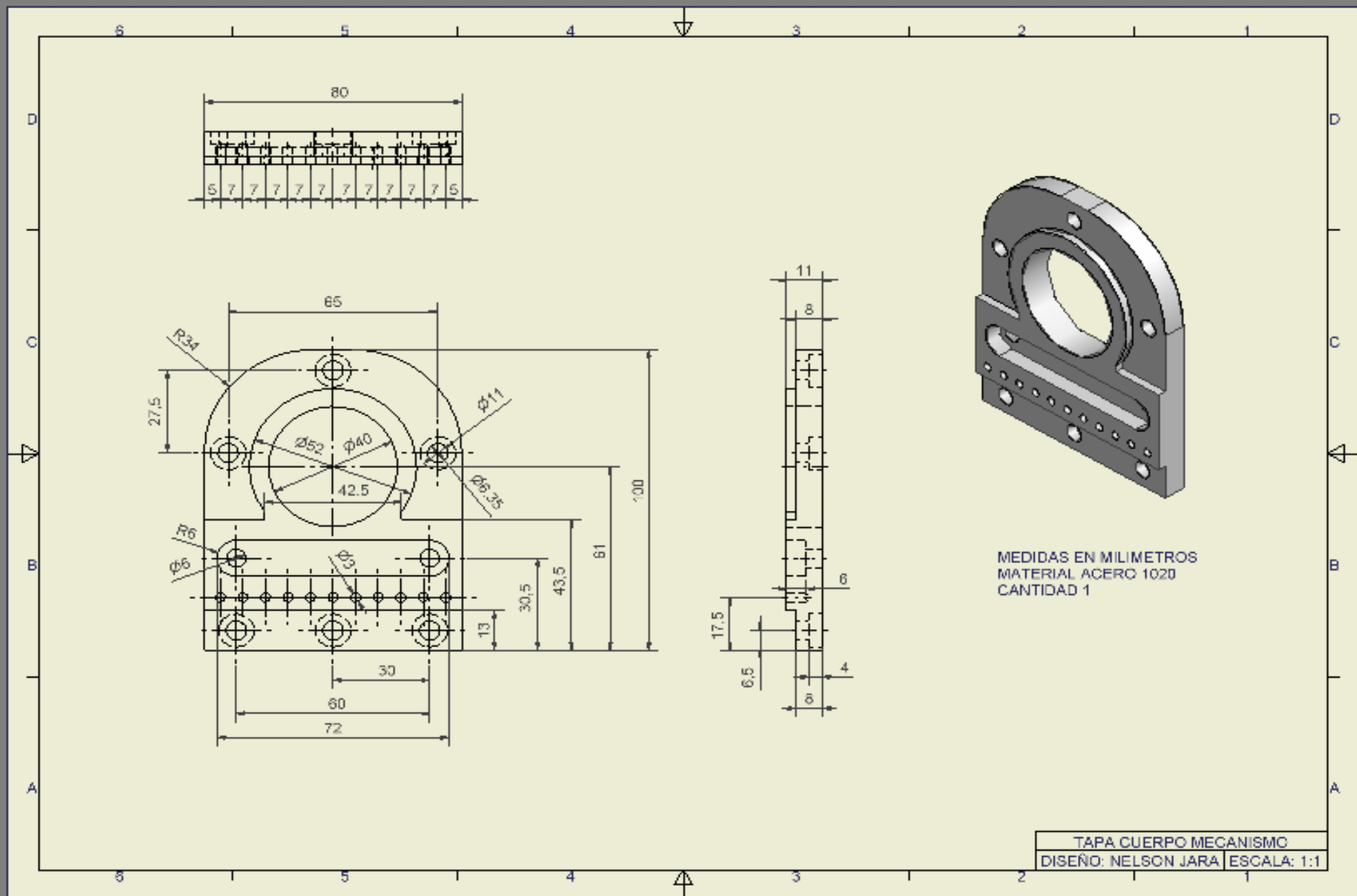


A-A

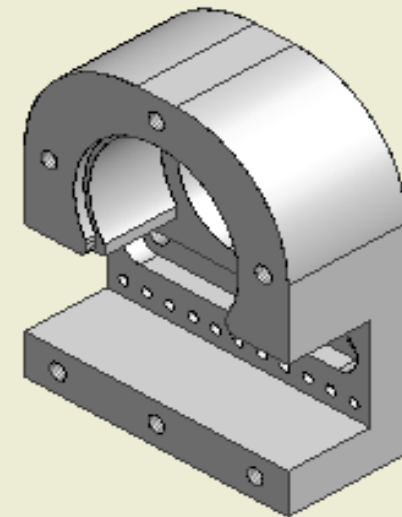
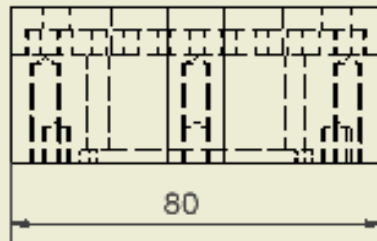


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANTIDAD 1

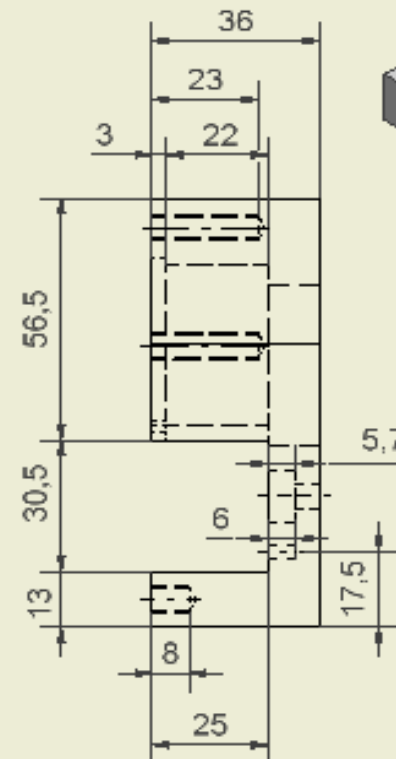
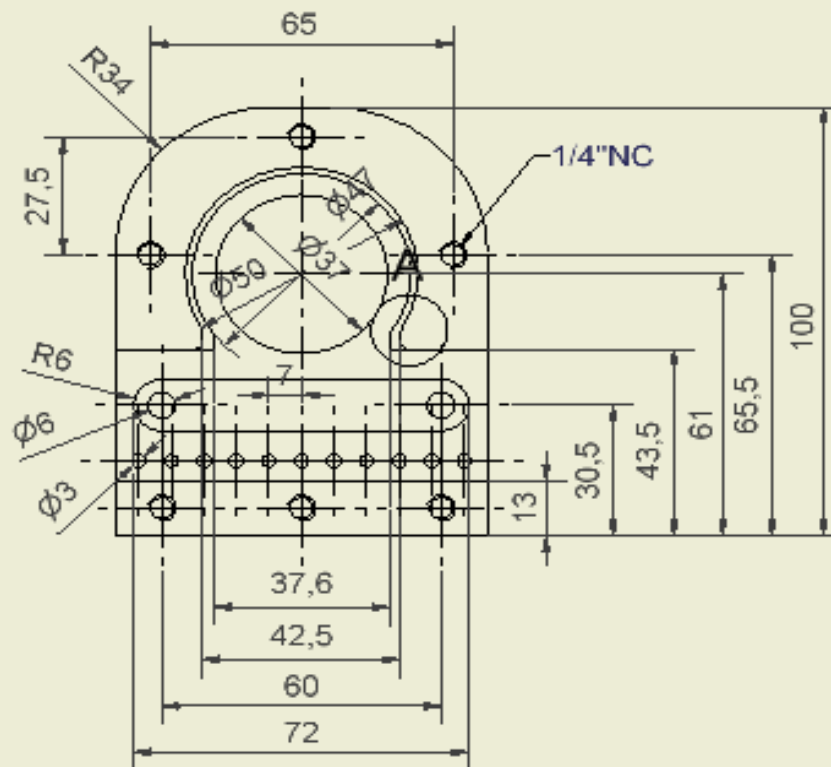
BUJE EJE PIÑON CREMALLERA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA 1:1



A ( 1.40 : 1 )

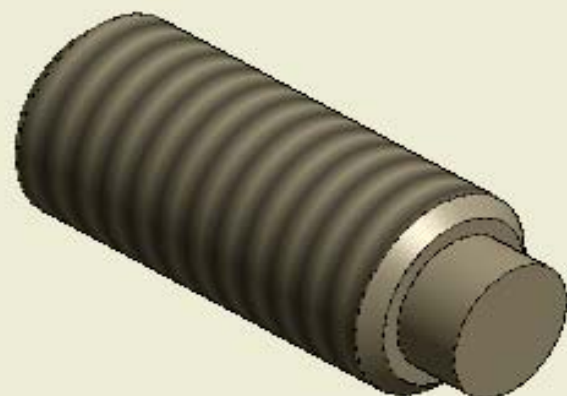
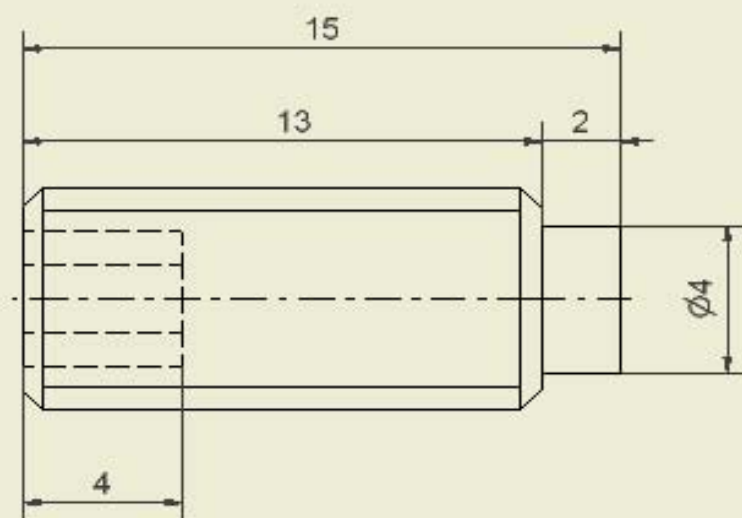
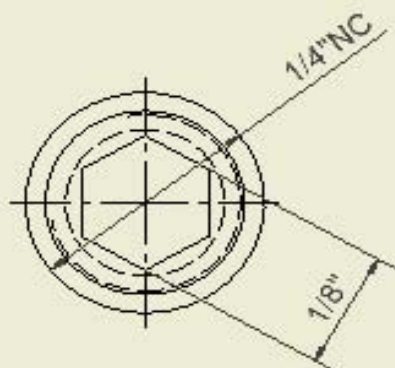


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1



CUERPO MECANISMO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: SIN



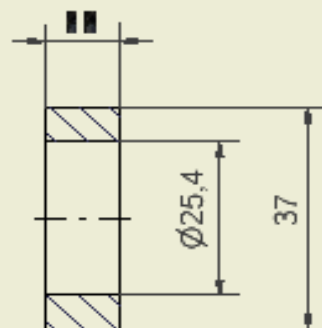


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ■OMER■IAL  
■ANTIDAD 4

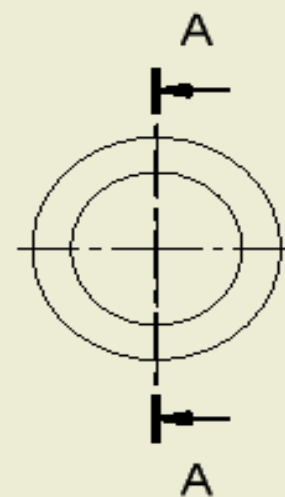
PRISIONERO CUÑA
DISEÑO: NELSON JARA   ESCALA: 6:1



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANTIDAD 1



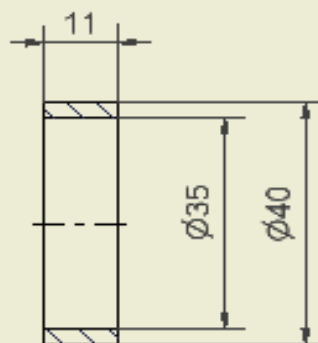
A-A



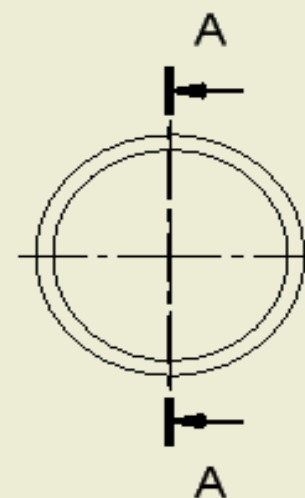
BUJE CUERPO MECANISMO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANTIDAD 1

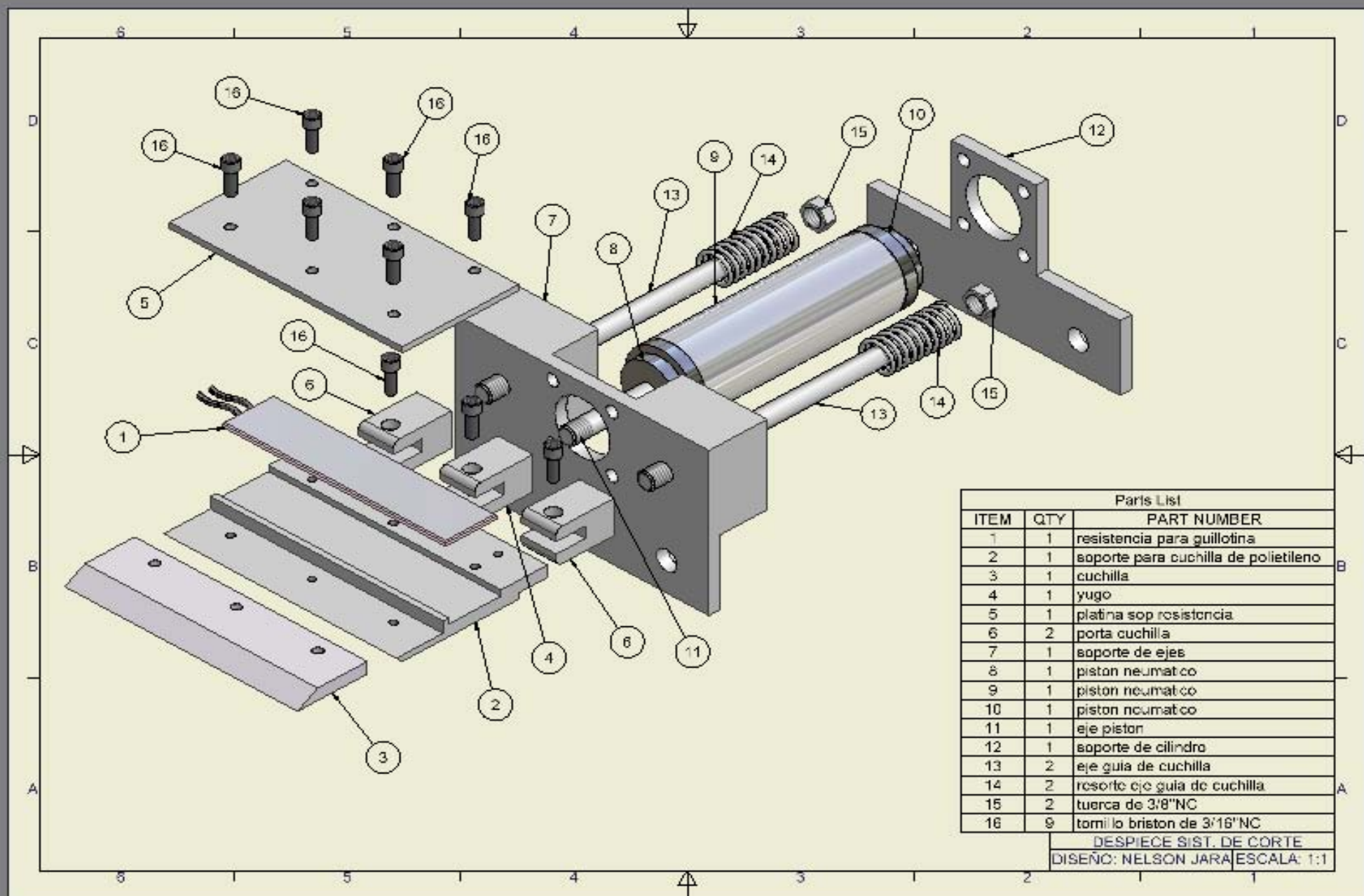


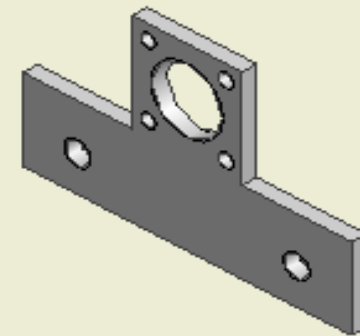
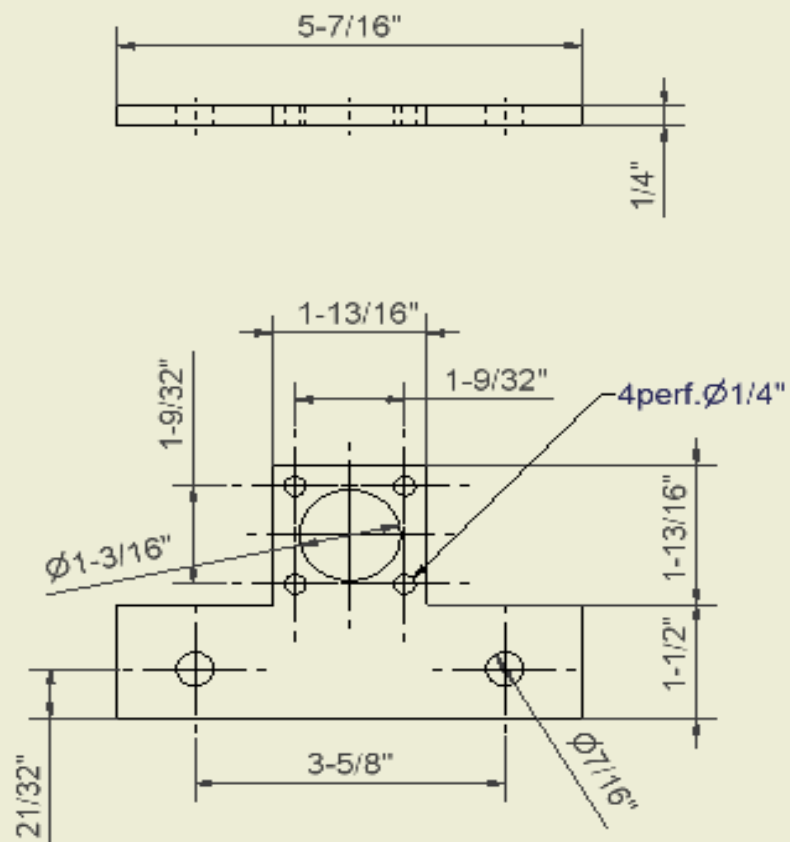
A-A



BUJE TAPA MECANISMO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1

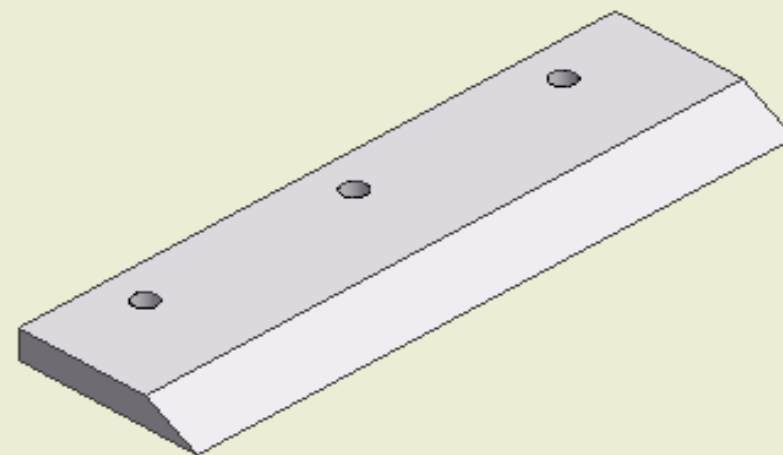
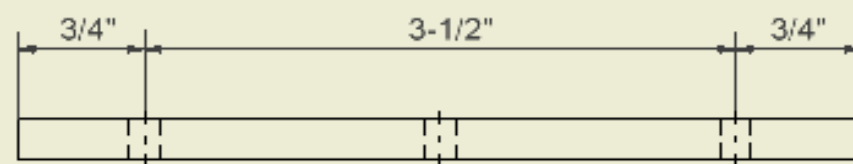
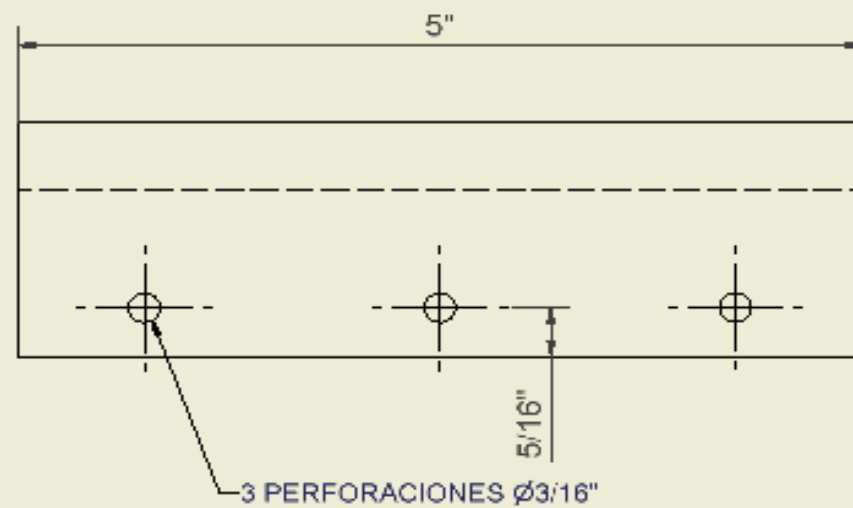
# ANEXO 12



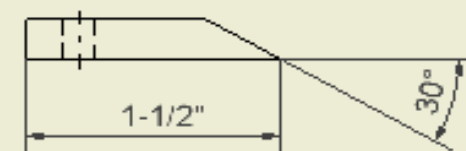


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

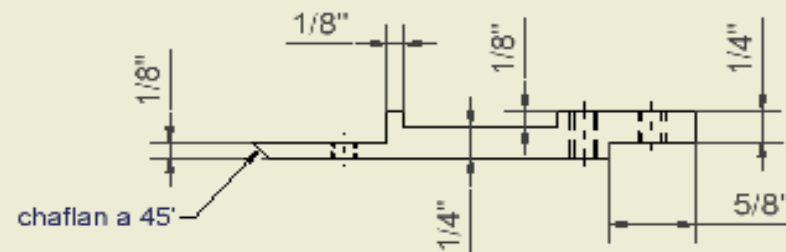
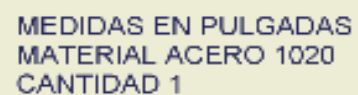
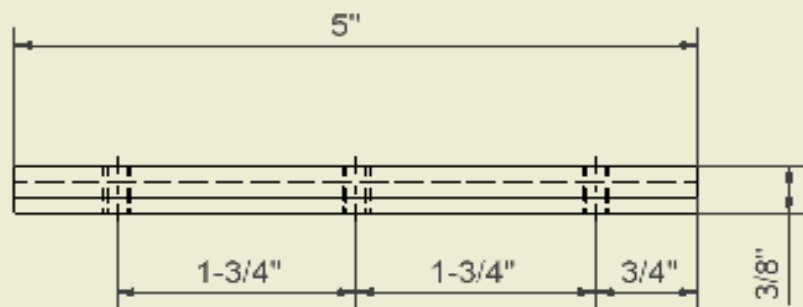
SOPORTE DEL CILINDRO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 4340  
TRATAMIENTO TERMICO 52HRC

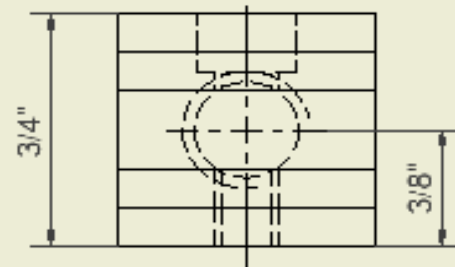
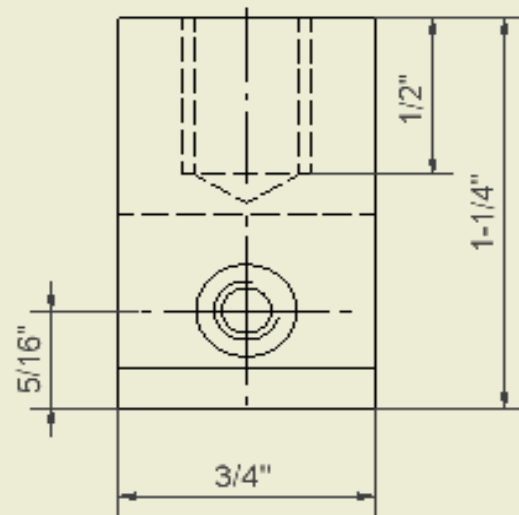


CUCHILLA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1

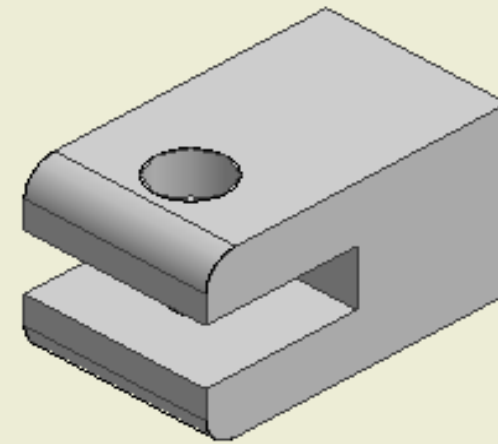
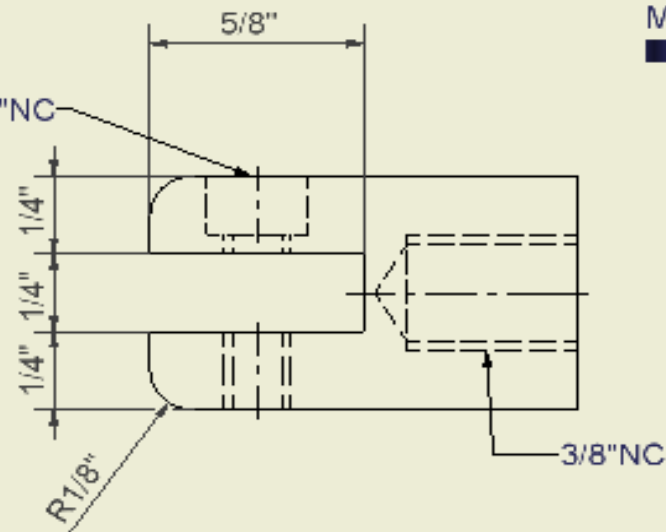


SOP. PARA CUCHILLA DE POL.	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1





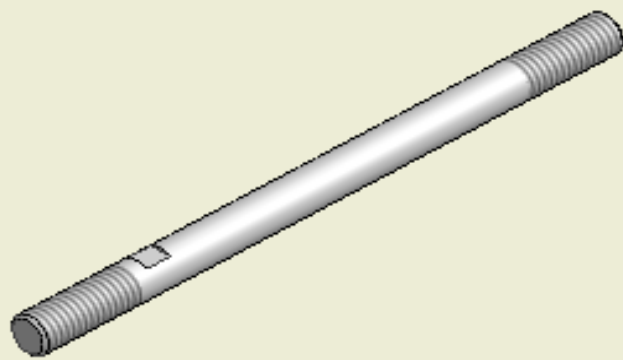
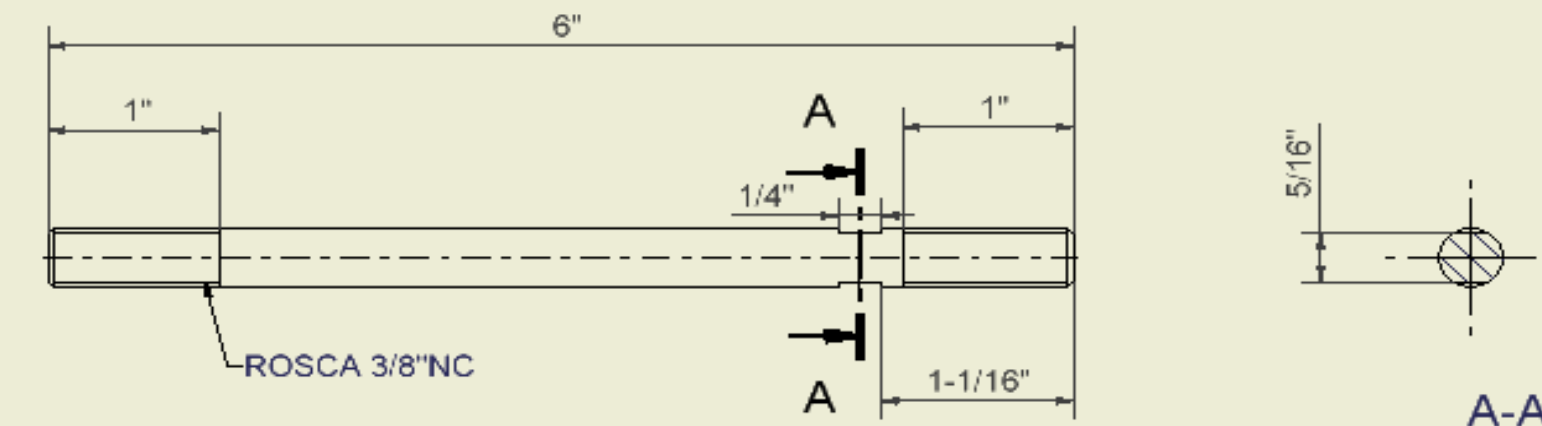
B.C.C 3/16"NC



MEDIDAS EN PULGADAS  
MATERIAL AERO 1020  
CANTIDAD 2

PORTA UHILLA

DISEÑO: NELSON JARA ESALA:2:1

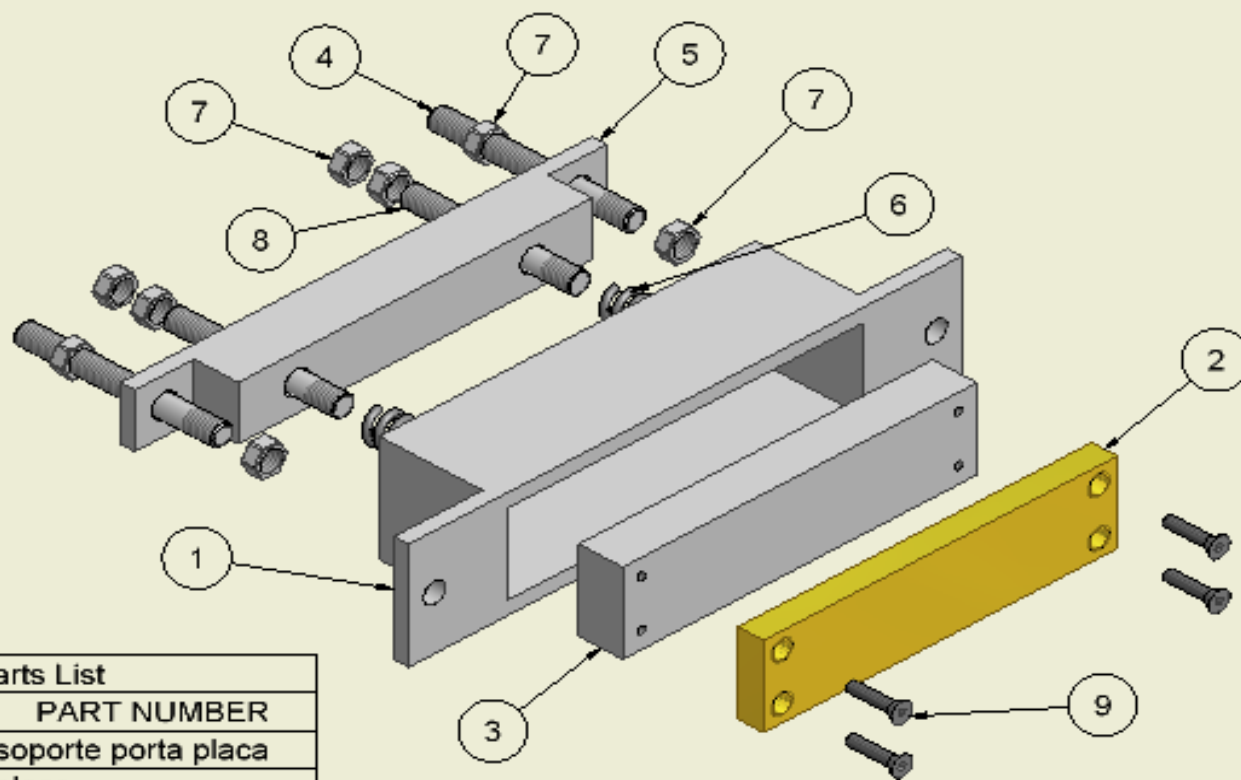


MEDIDAS EN PULGADAS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 2

EJE GUIA DE UHILLA
DISEÑO: NELSON JARA ESALA: 1:1



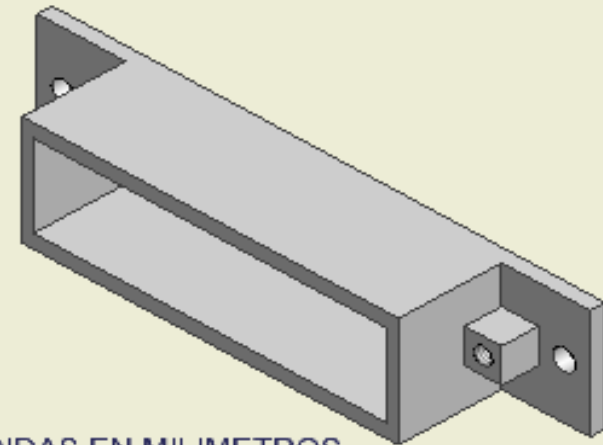
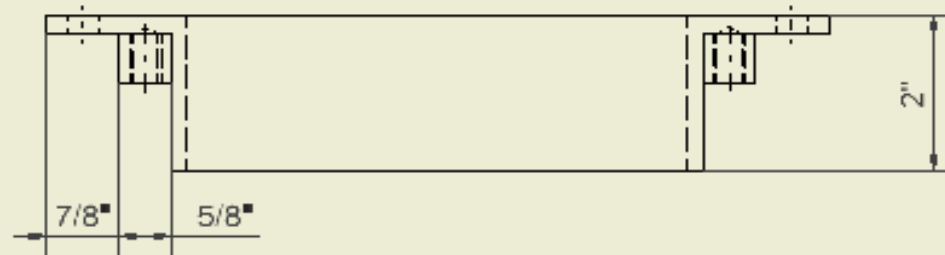
# ANEXO 13



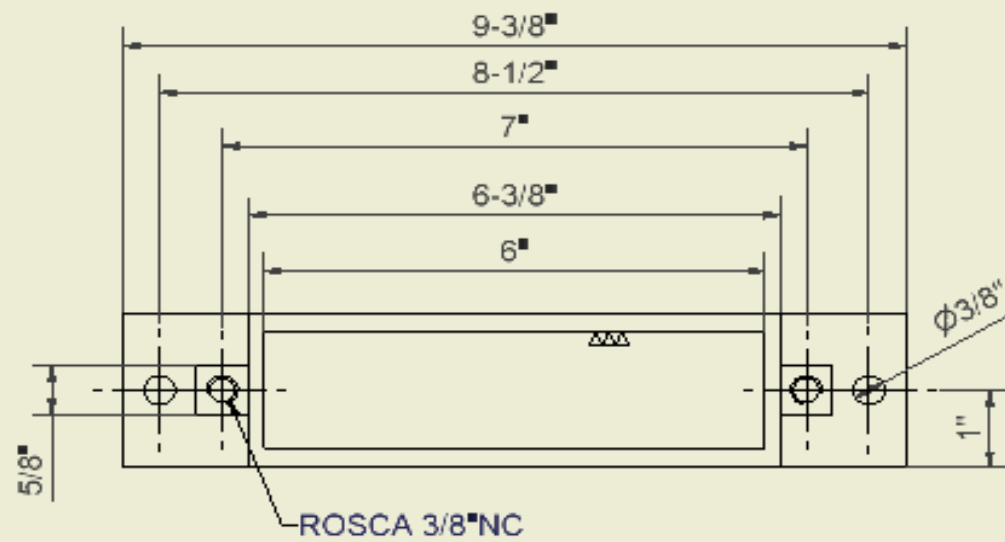
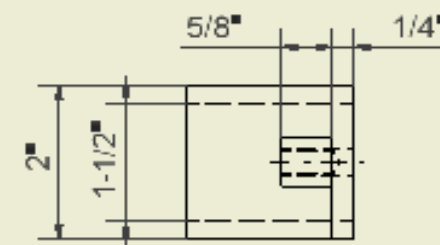
Parts List

ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	soporte porta placa
2	1	placa
3	1	porta placa
4	2	perno tensor
5	1	guia de tensores
6	2	resorte perno tensor
7	8	tuerca 3/8"NC
8	2	eje guia
9	4	avellan 3/16"NC

SIST. RECIBIDO DE IMPACTO  
DISEÑO: NELSON JARA ESCALA: 1:2

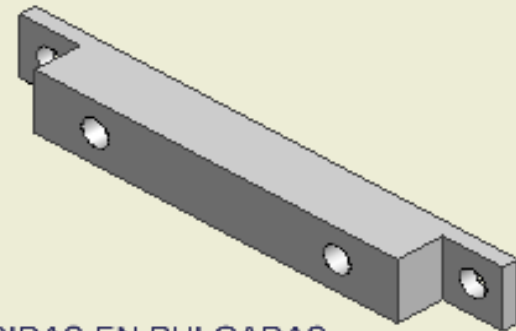


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

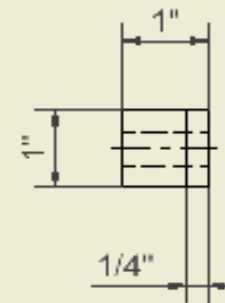
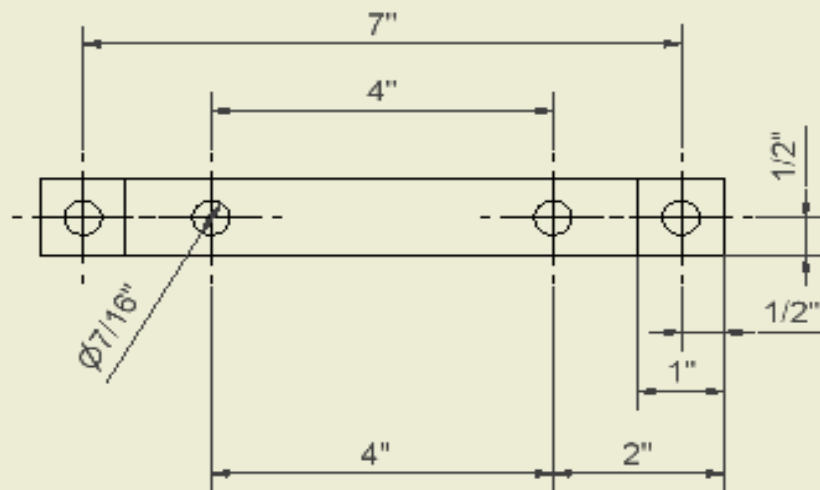


ROSCA 3/8"NC

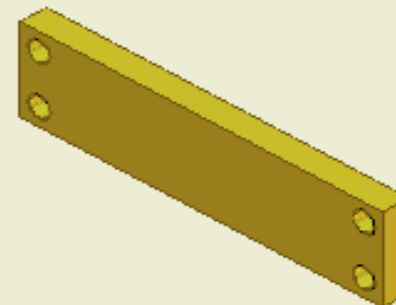
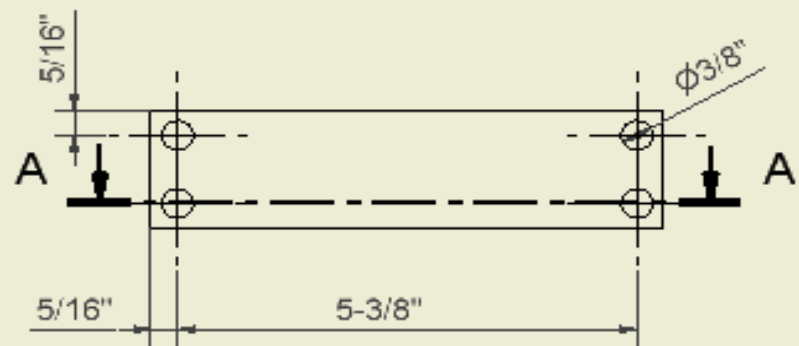
SOPORTE PORTA PLACA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



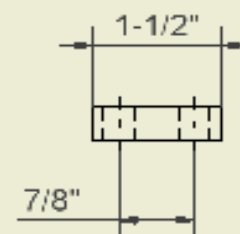
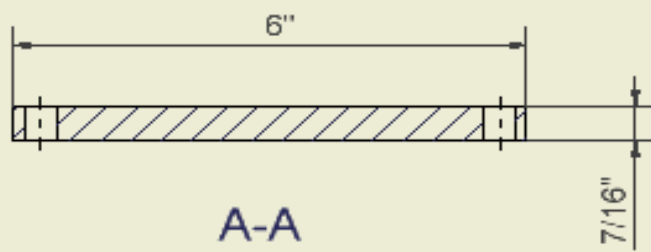
MEDIDAS EN PULGADAS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1



GUIA TENSORES	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL BRONCE SAE62  
CANTIDAD 1



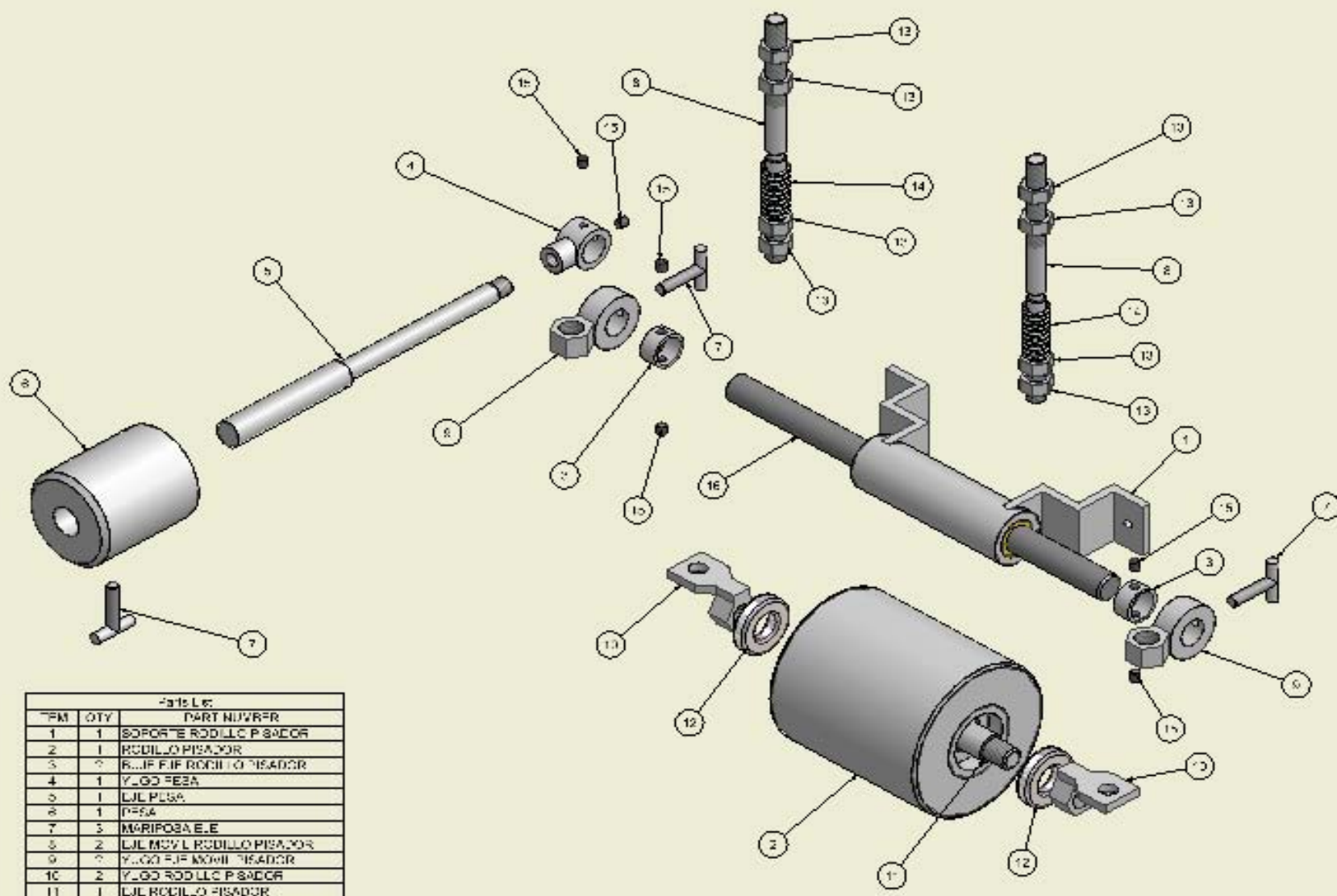
PLACA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



# ANEXO 14

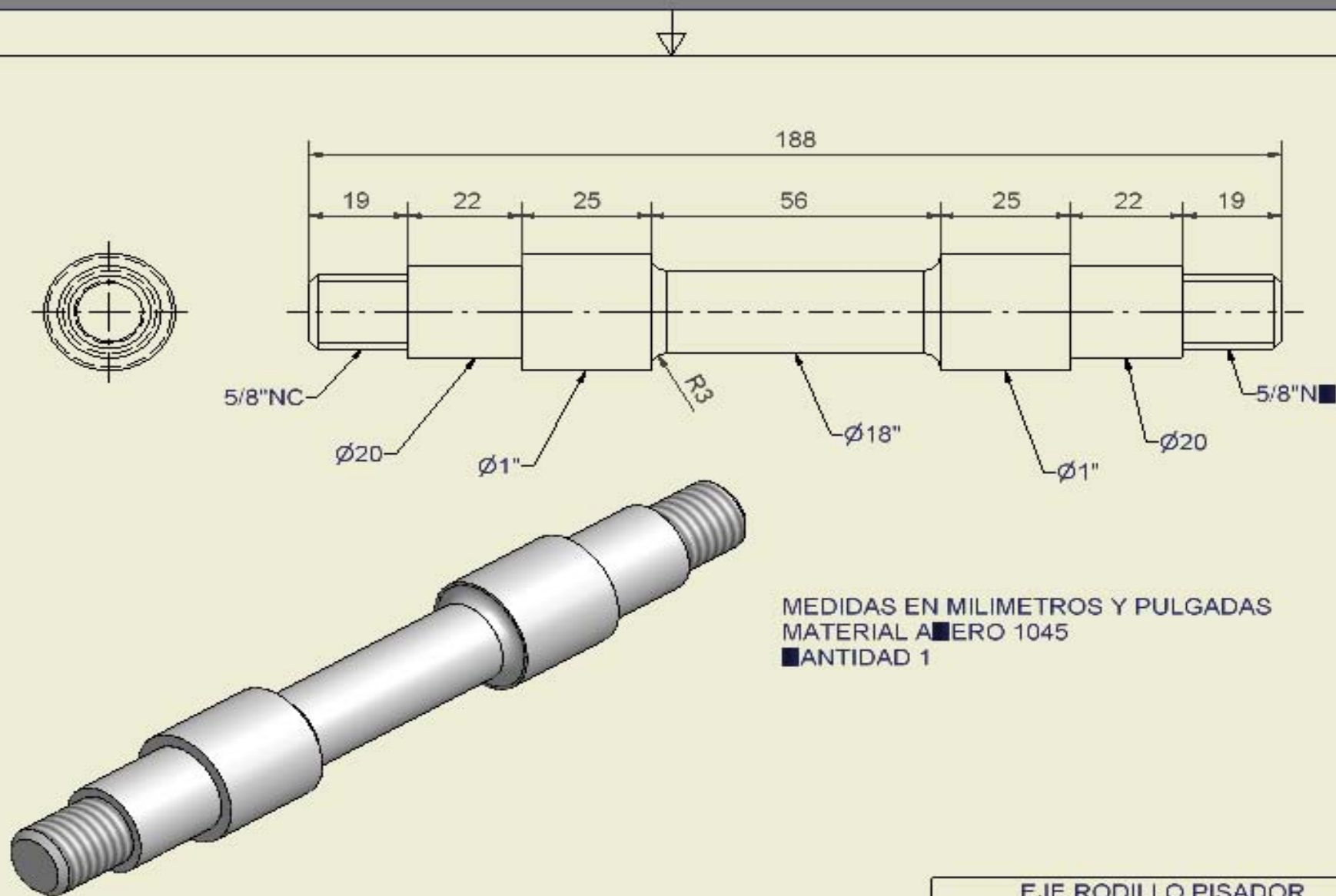


# ANEXO 15



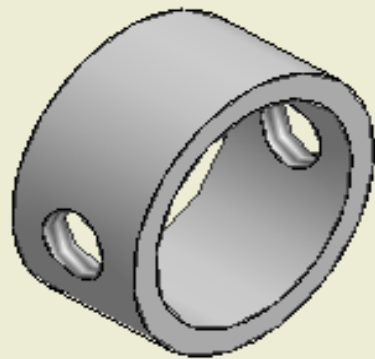
Parts List		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	SOPORTE RODILLO PISADOR
2	1	RODILLO PISADOR
3	2	BUJE FIF RODILLO PISADOR
4	1	YUGO PESA
5	1	BUJE PESA
6	1	PESA
7	3	MARIPOSA E.E
8	2	BUJE MOVIL RODILLO PISADOR
9	2	YUGO FIF MOVIL PISADOR
10	2	YUGO RODILLO PISADOR
11	1	BUJE RODILLO PISADOR
12	2	RODAMIENTOS 608 NINGTAT
13	5	TUERCA 1/2 NC
14	2	RESORTE E.E DE OCHILIA
15	8	PISTONERO 1/4 NC
16	1	EJE SOPORTE RODILLO PISADOR

DESPIECE SISTEMA PISADOR  
 DESPINO NFI SON JARA ESCALA 1:1

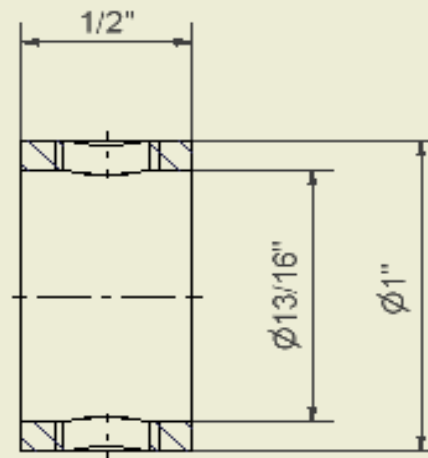


EJE RODILLO PISADOR  
DISEÑO: NELSON JARA | ESCALA: 1:1

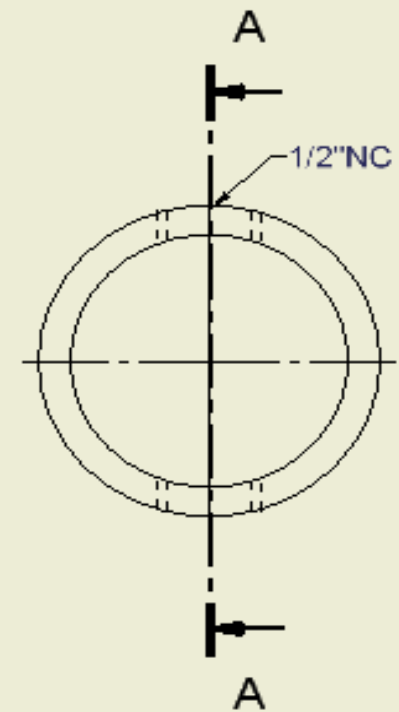




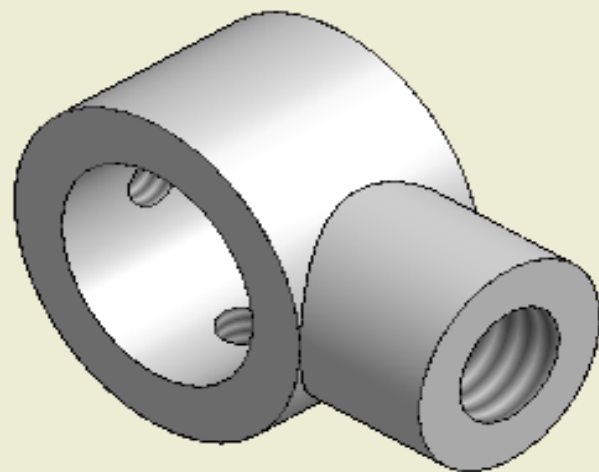
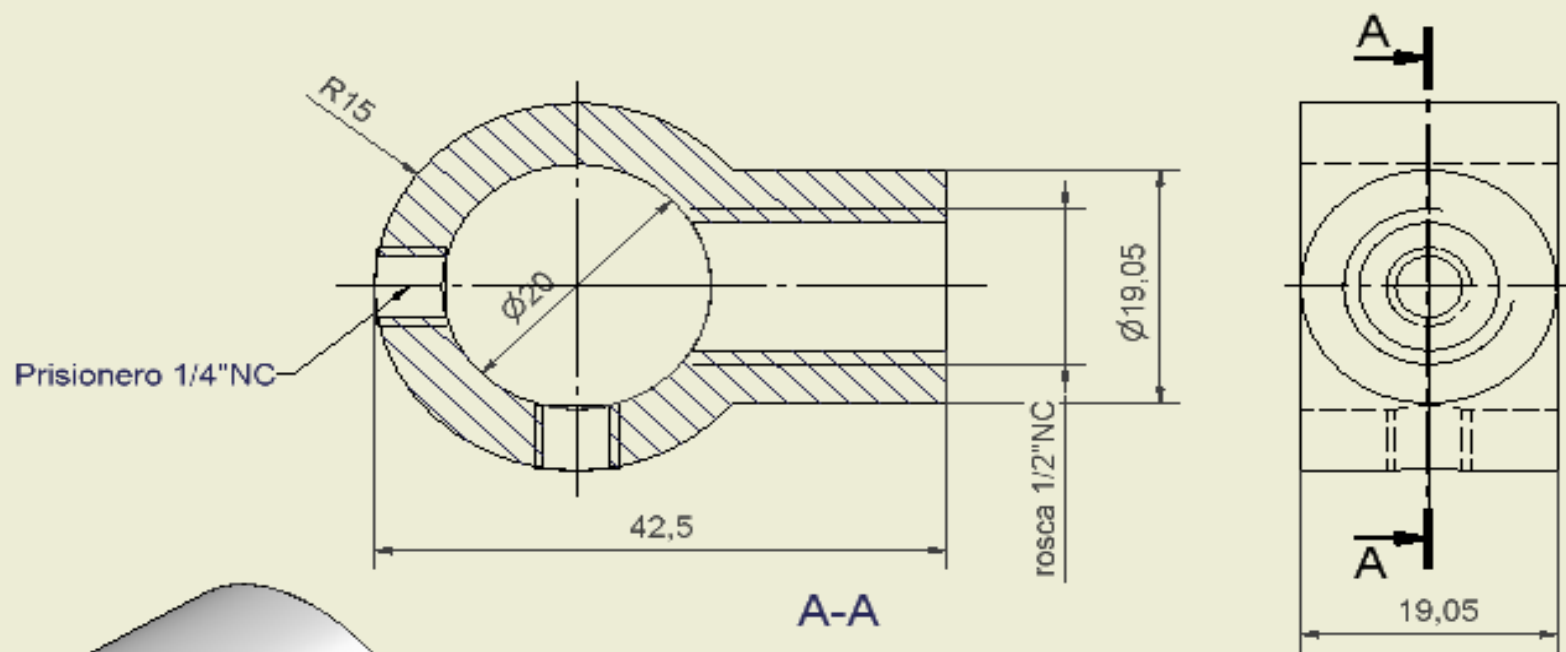
MEDIDAS EN PULGADAS  
MATERIAL  
CANTIDAD 2



A-A

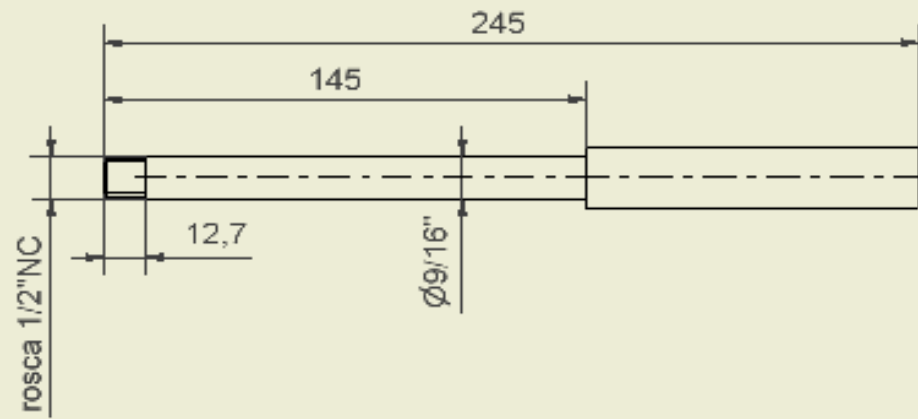
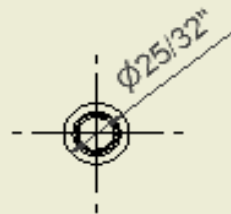
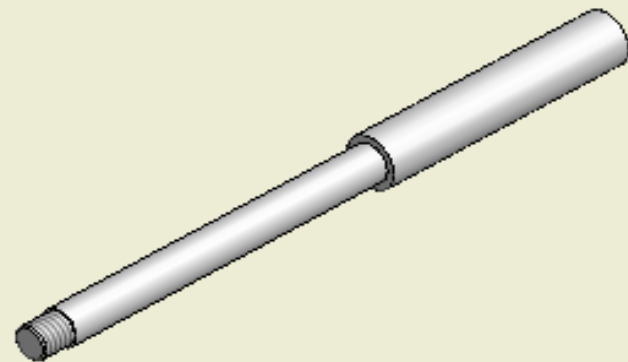


BUJE SOPORTE RODILLO	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 2:1



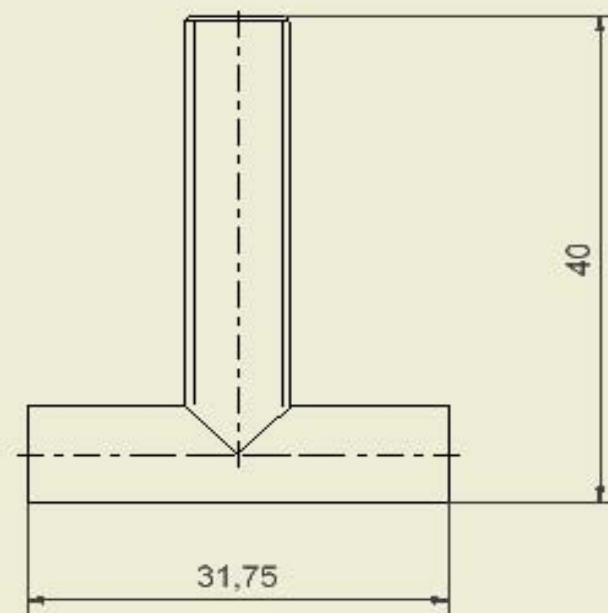
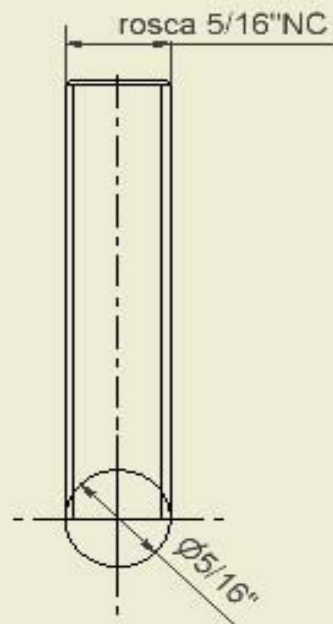
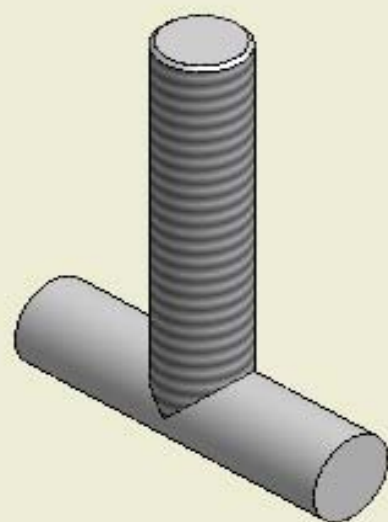
YUGO DE L PES
DISEÑO: NELSON J R ESCALA: 2:1





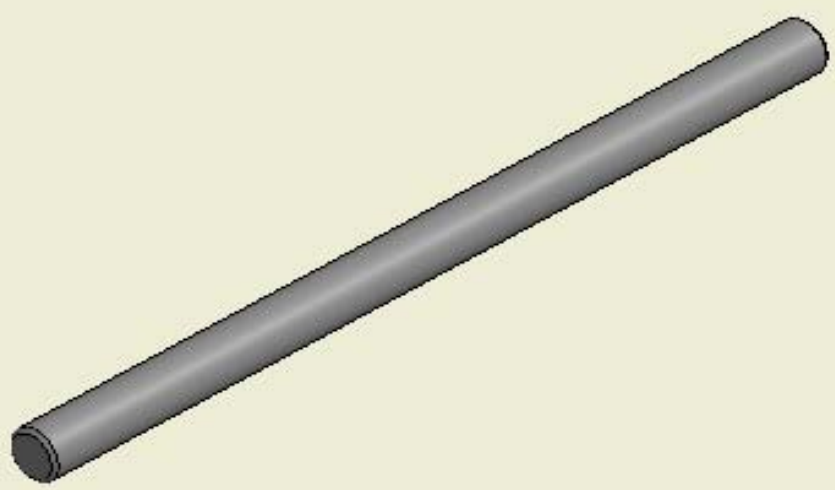
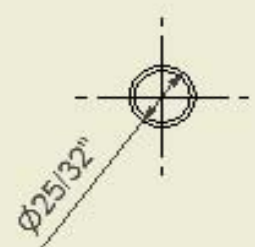
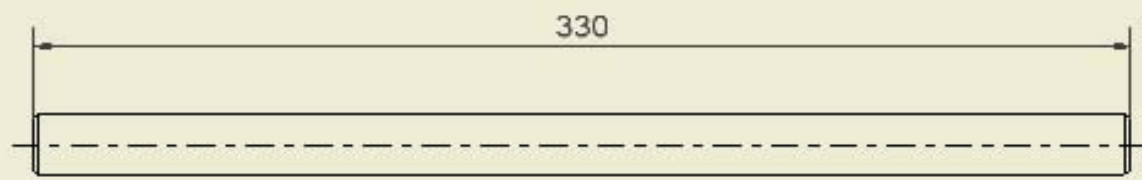
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 1

EJE PESA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2



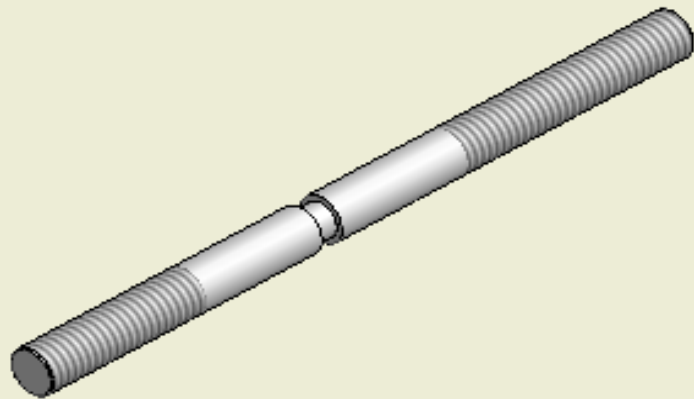
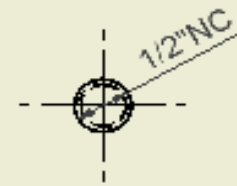
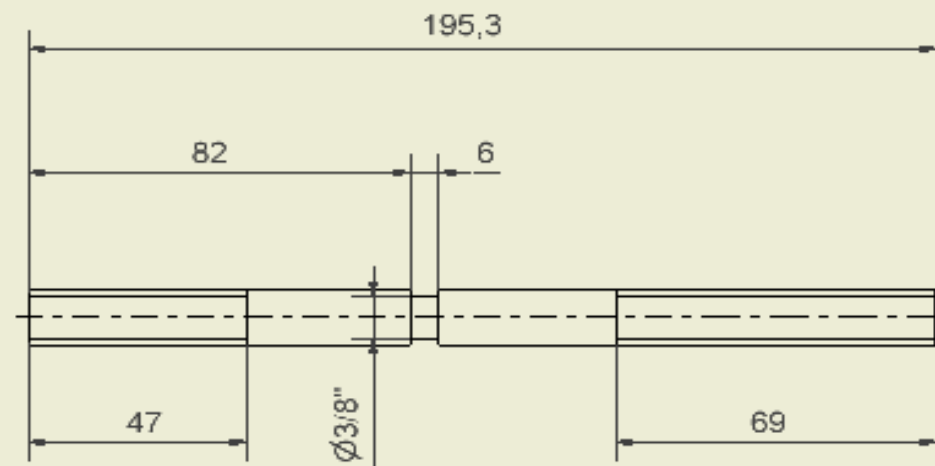
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 3

MARIPOSA SUJETADORA	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 2:1



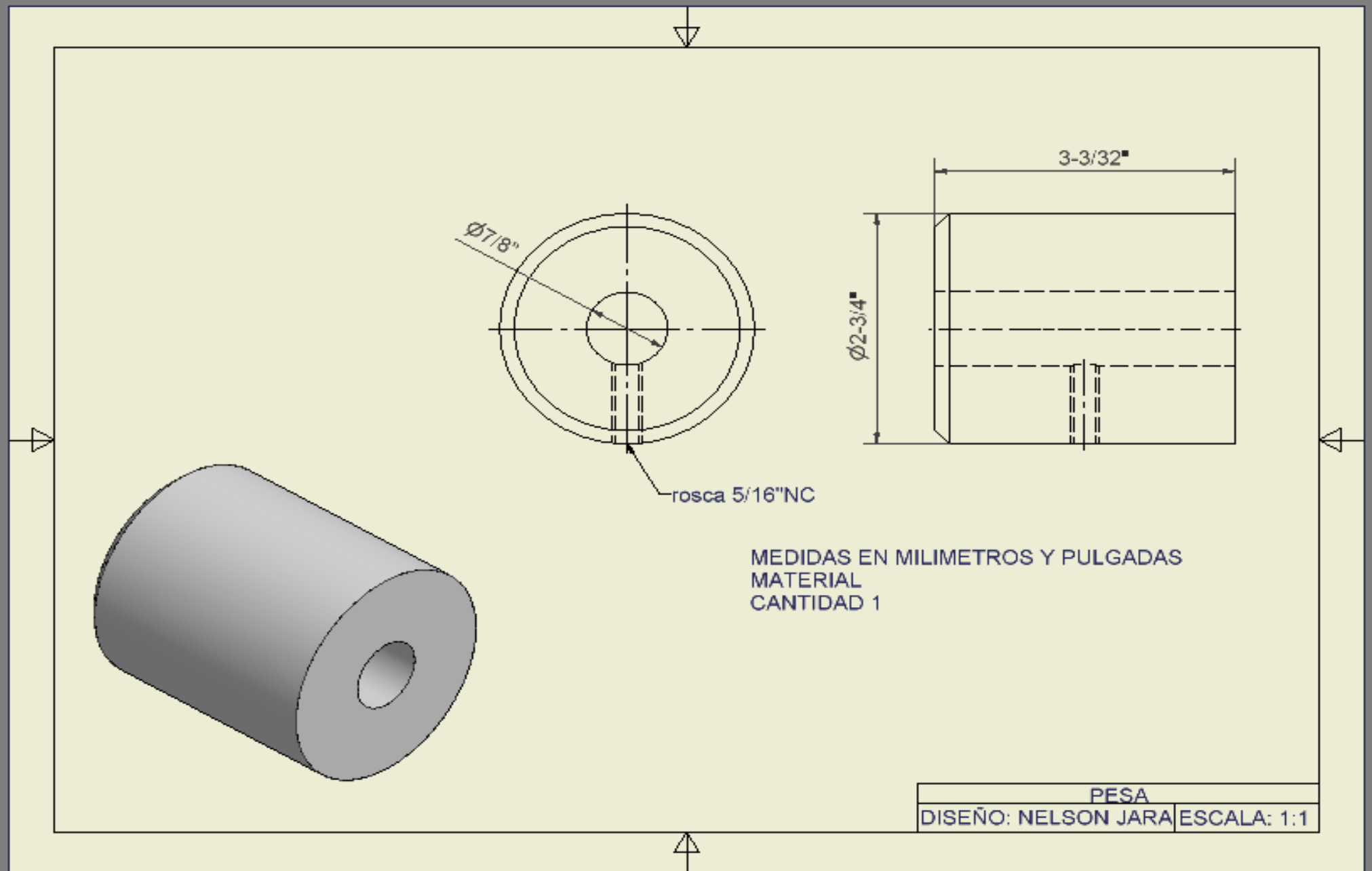
MEDIDAS EN MILIMETROS Y PULGADAS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 1

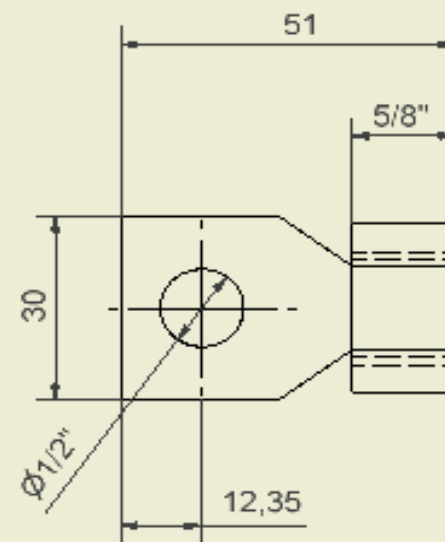
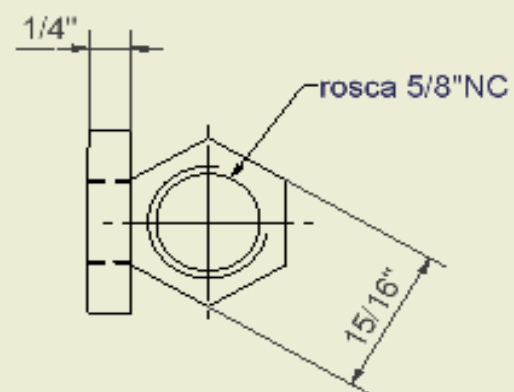
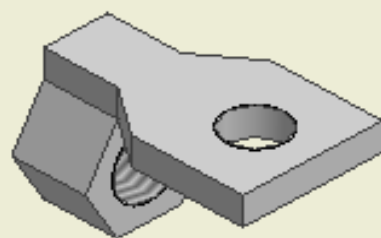
EJE SOPORTE RODILLO PISADOR	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



MEDIDAS EN MILIMETROS Y PULGADAS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 2

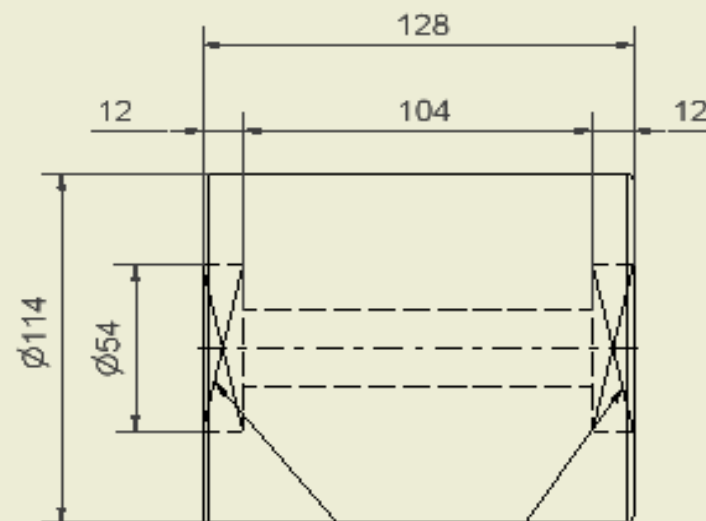
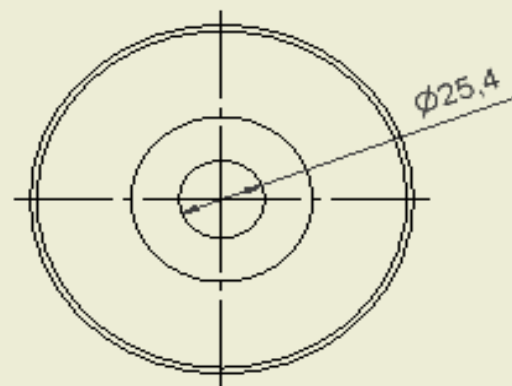
EJE MOVIL RODILLO PISADOR	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1





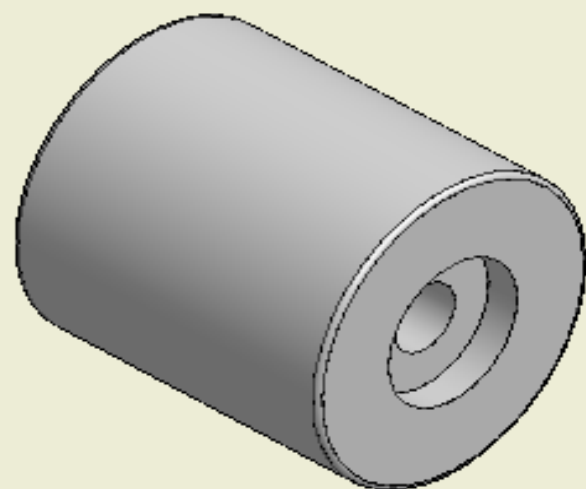
MEDIDAS EN MILIMETROS Y PULGADAS  
MATERIAL  
CANTIDAD 2

YUGO RODILLO PISADOR	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



Alojamiento para Rod. 6004 NWG FAT

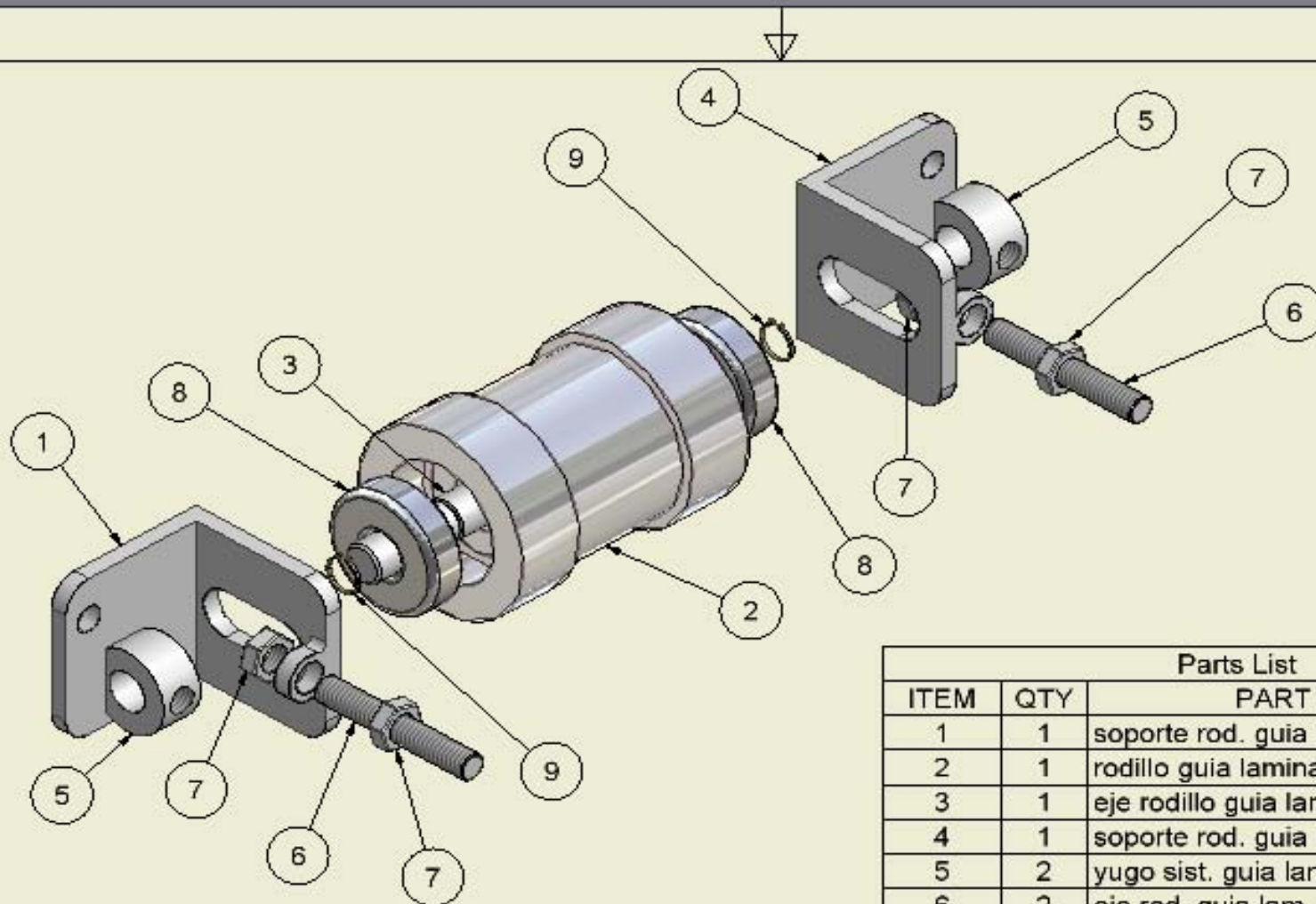
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL  
CANTIDAD 1



RODILLO PISADOR	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:2

# ANEXO 16

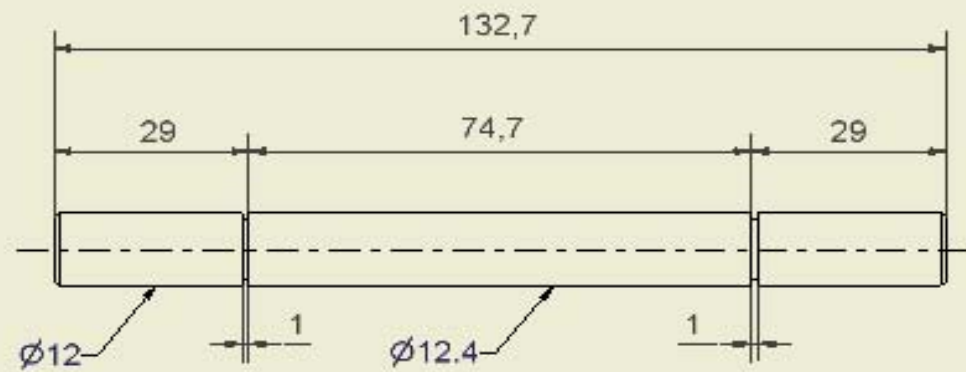
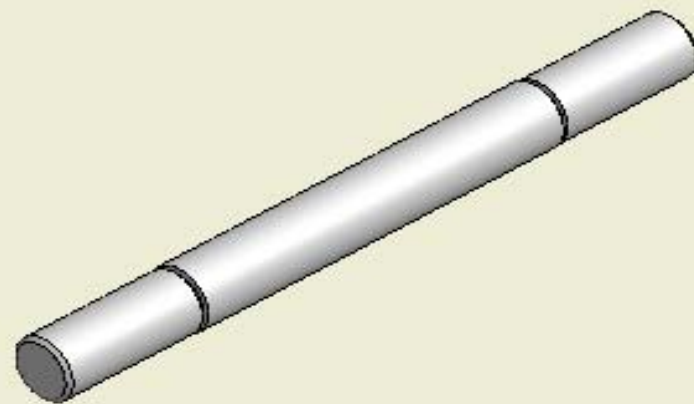




Parts List		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	soporte rod. guia lam. polietileno
2	1	rodillo guia lamina de polietileno
3	1	eje rodillo guia lamina de polietileno
4	1	soporte rod. guia lam. polietileno
5	2	yugo sist. guia lam. pol.
6	2	eje rod. guia lam. pol.
7	4	tuerca 5/16" NC
8	2	rod. 6301 RS
■	2	chaveta

SIST. RODILLO GUIA LAMINA  
 DISEÑO: NELSON JARA | ESCALA: 1:2

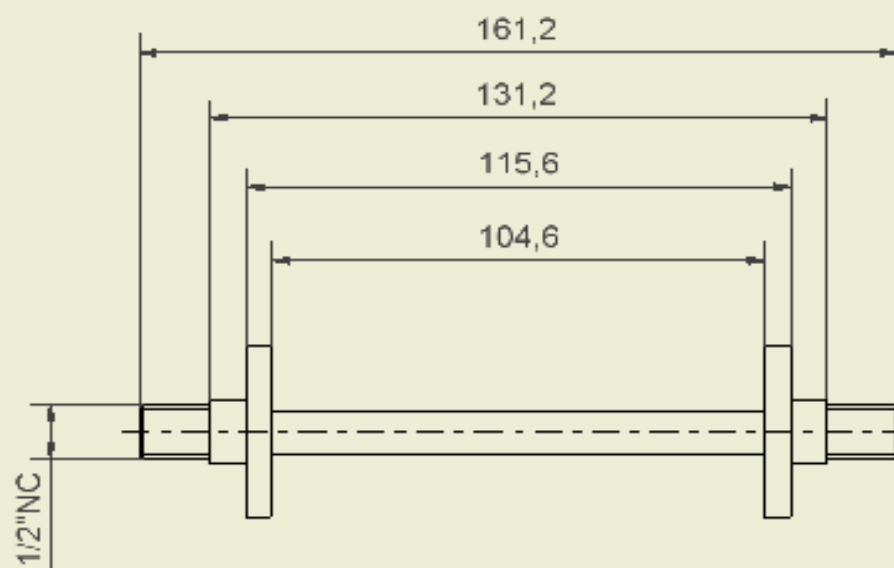
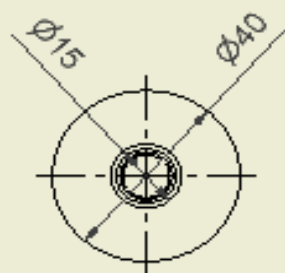
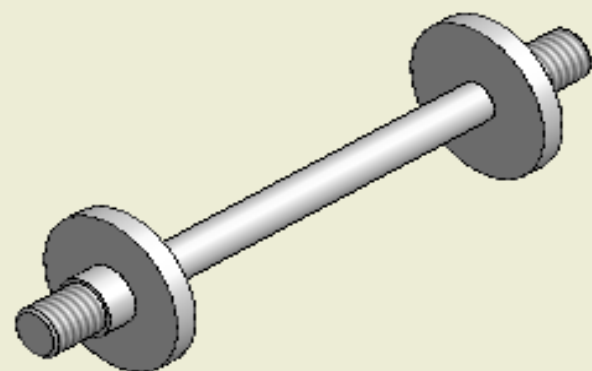




MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 1

EJE ROD.GUIA LAM. POL.	
DISEÑO NELSON JARA	ESCALA 1:1

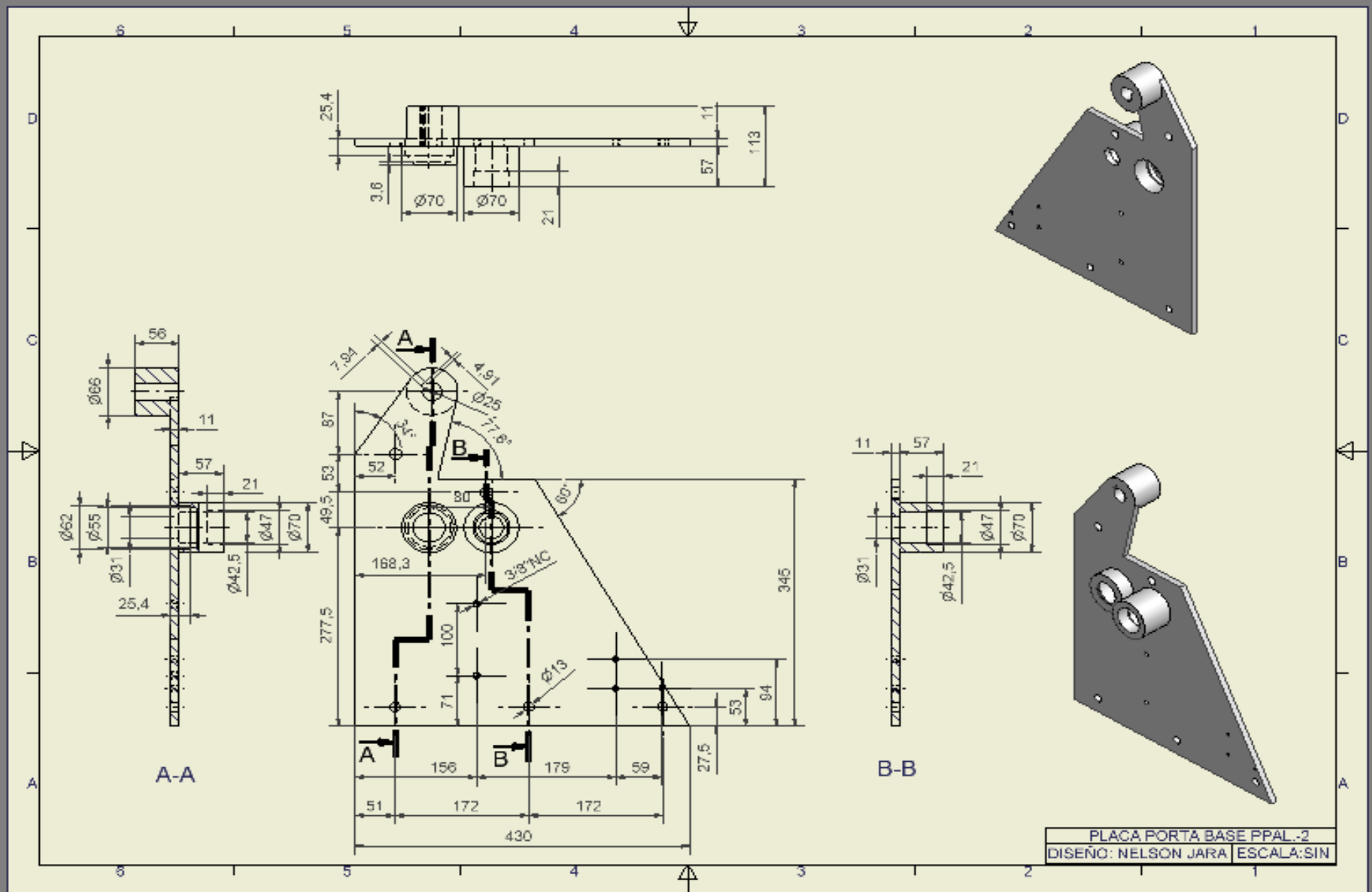
# ANEXO 17

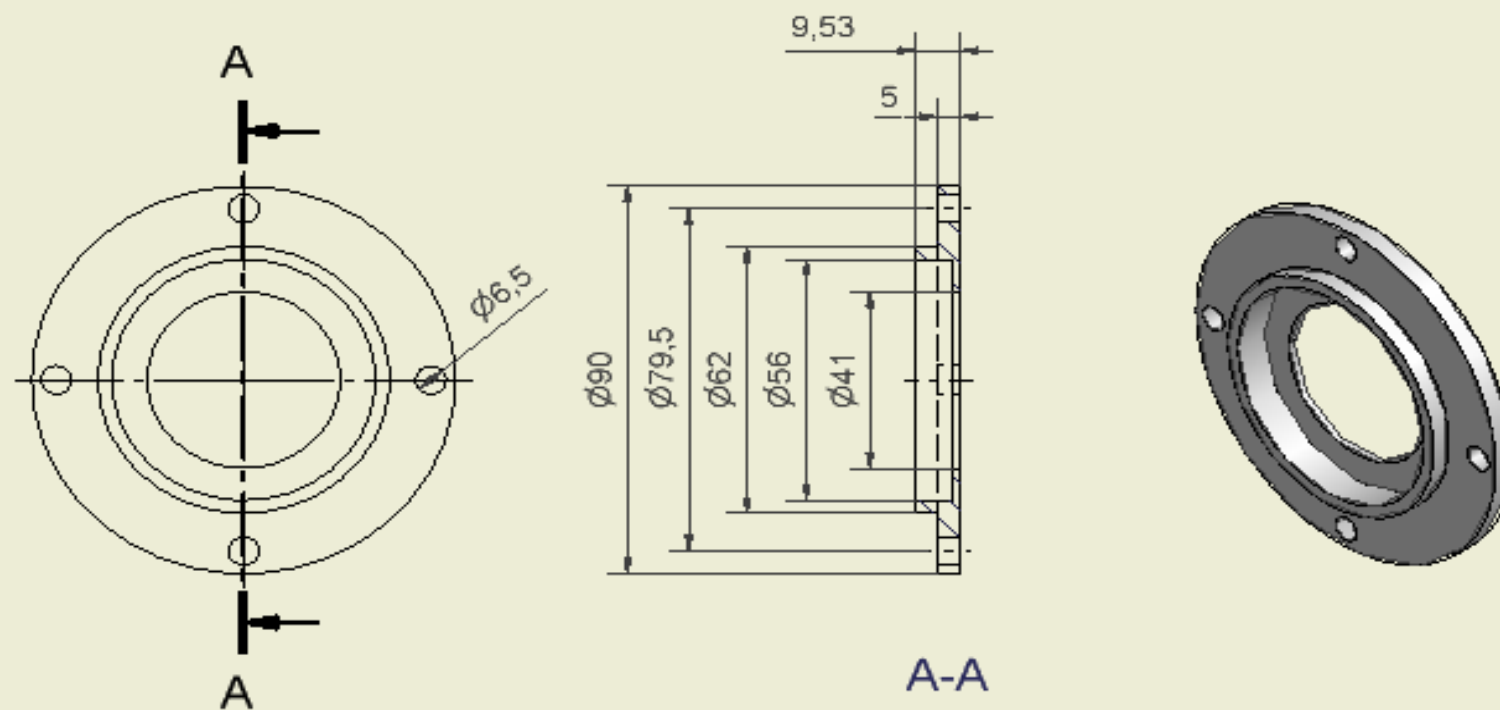


MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1045  
CANTIDAD 2

TENSOR PLACA BASE	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:0.7



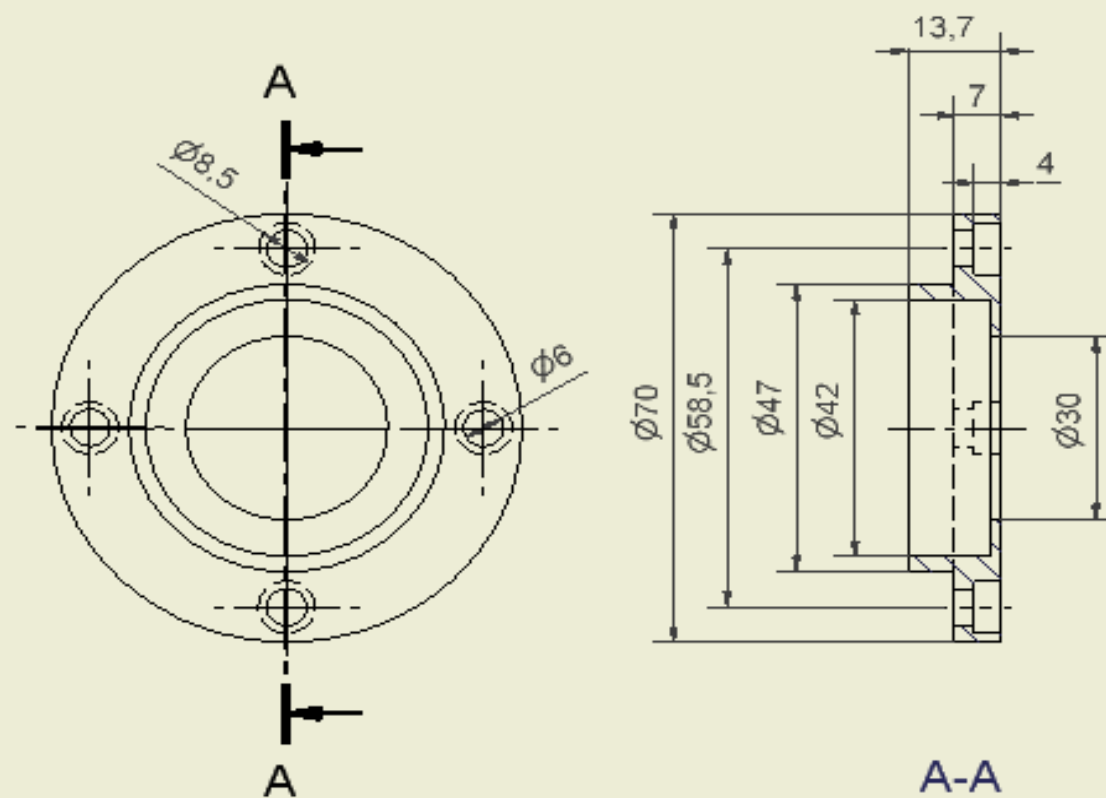




MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

TAPA BASE PPAL.	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:0.8

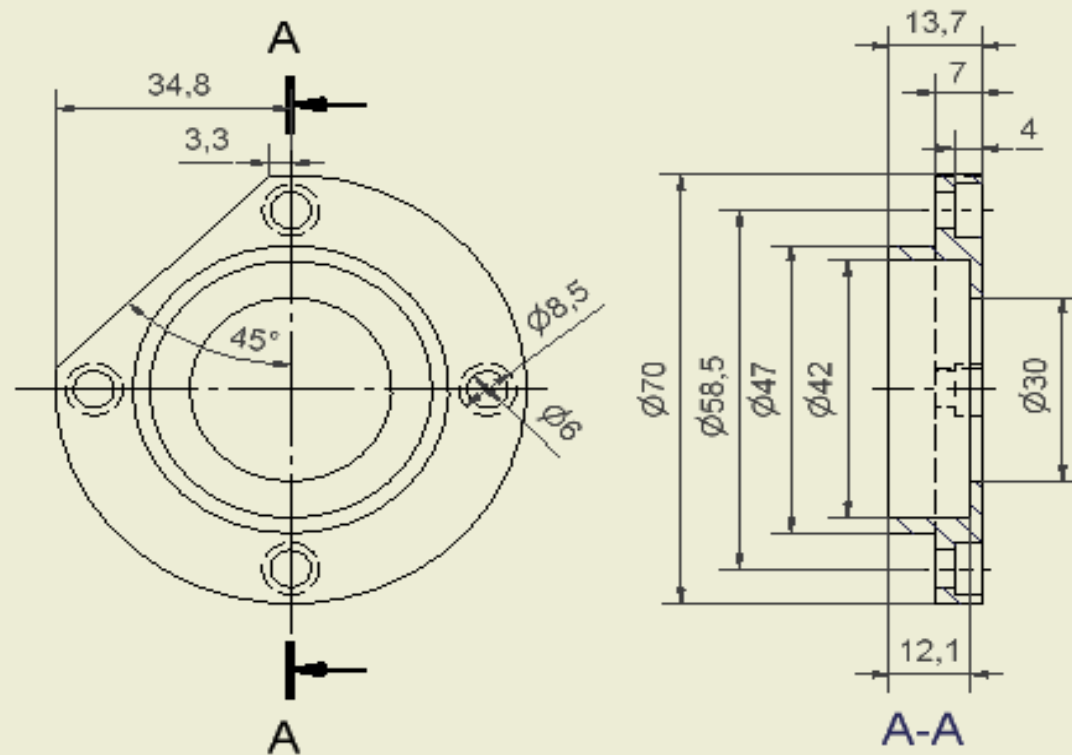




MEDIDAS EN MILMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

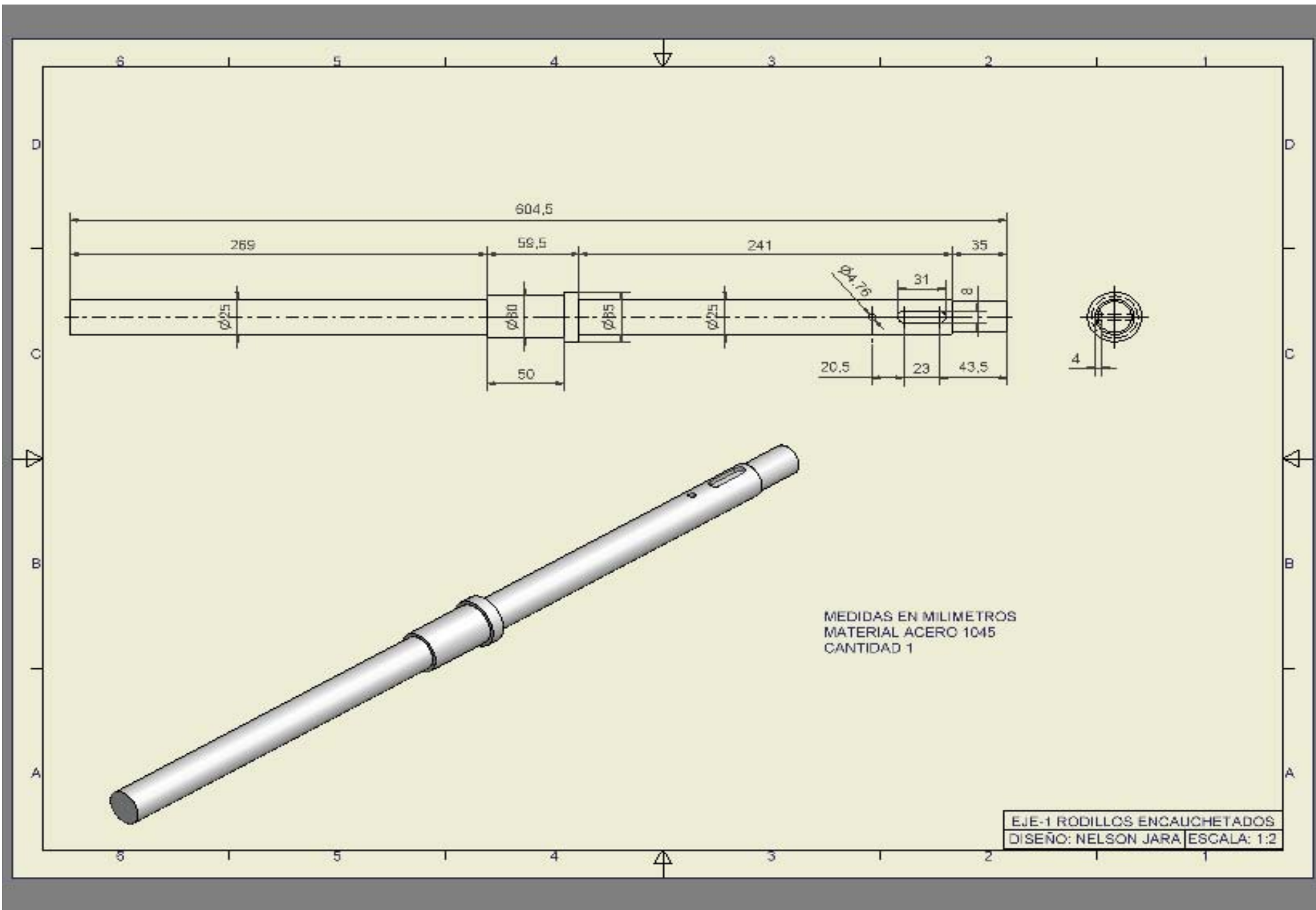
A-A

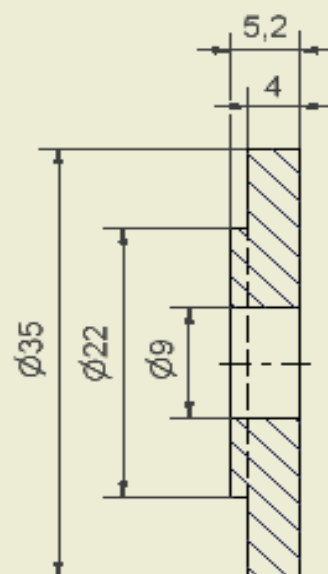
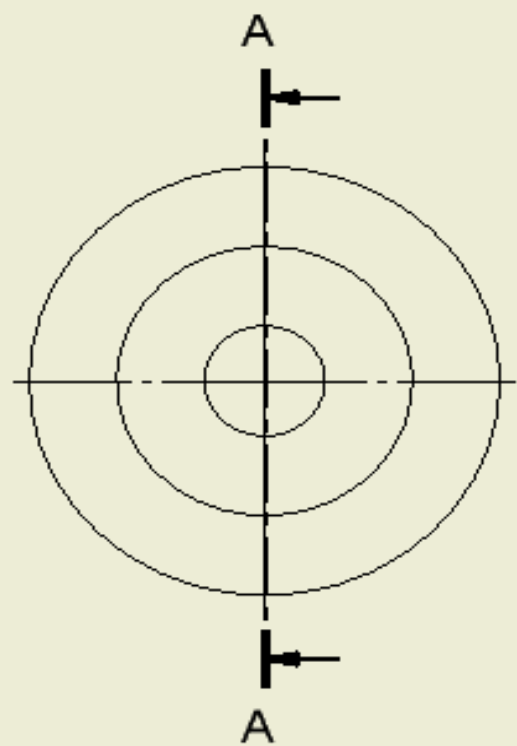
TAPA-2 BASE PPAL.	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



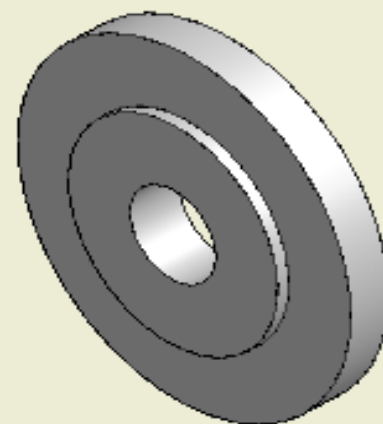
MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 1

TAPA-3 BASE PPAL.	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 1:1



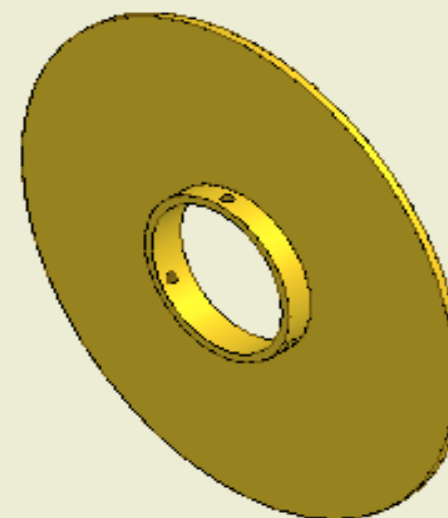
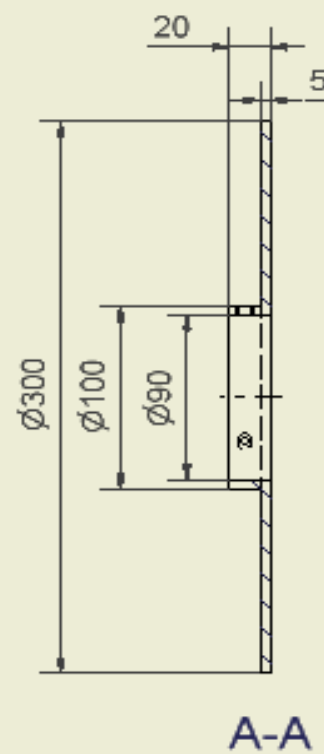
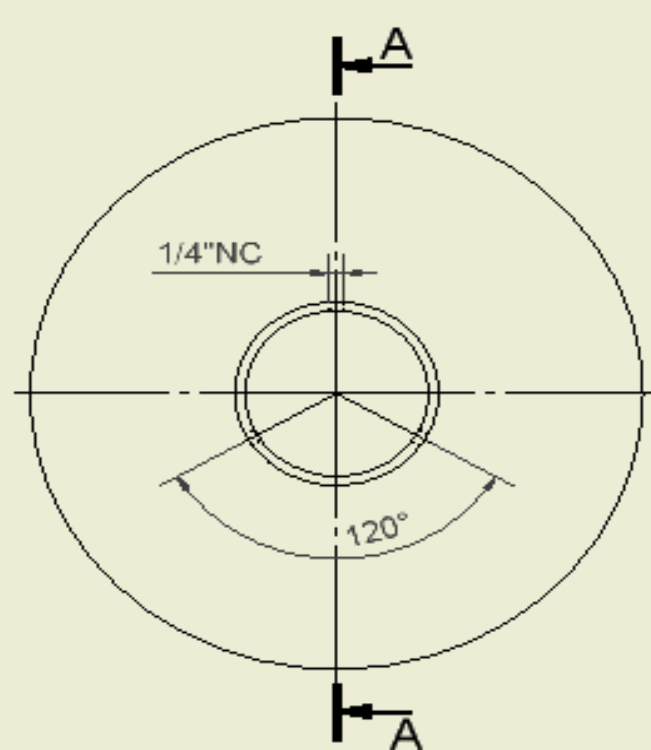


A-A



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL ACERO 1020  
CANTIDAD 2

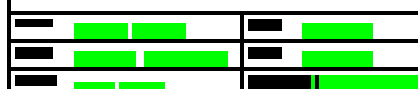
TAPA PIÑONES	
DISEÑO: NELSON JARA	ESCALA: 2:1



MEDIDAS EN MILIMETROS  
MATERIAL LAMINA 1/16"  
CANTIDAD 2

DISCOS LATERALES	
DISEÑO: NELSON J. R.	ESCALA: 1:4

# **ANEXO 18**



**ALBERTO S.**

# ANEXO 19





# INDUSTRIAS JILA LTDA.

INDUSTRIAS JILA LTDA METALMECANICA  
NIT. 890.324.697-3

ra. 13A No. 23-39 Tels.: 889 4755 - 896 0060 - 896 0061 Fax: 885 1558 E-mail: indujila@telesat.com.co Cali - Colombia

FECHA: CALI, NOVIEMBRE 04 DEL 2.003

EMPRESA: RUBBERMIXS.A.

TEL-FAX:

**COTIZACION** 5161  
COTIZACION # 5161

SR. (A): ING. NELSON JARA

EN ATENCION A SU SOLICITUD NOS ES GRATO PRESENTARLE LA SIGUIENTE OFERTA:

CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	CODIGO REFER.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	MAQUINA PARA POSICIONAR PARCHES DE POLIETILENO:				
1	PLACA PORTA BASE PPAL-1S/PLANO.	A-36		\$ 300.000	\$ 300.000
1	PLACA PORTA ABSE PPAL-2, S/PLANO	A-36		300.000	300.000
2	TENSOR PLACA BASE, SP/PLANO	ACERO 1045		75.000	150.000
1	EJE-2 RODILLO ENCAUCHETADO, S/PLANO	ACERO 1045		145.000	145.000
1	EJE-1 RODILLOS ENCAUCHETADOS, S/PLANO	ACERO 1045		145.000	145.000
1	TAPA BASE PPAL, S/PLANO	ACERO 1020		65.000	65.000
1	TAPA BASE-2, PPAL, SEGUN PLANO.	ACERO 1020		65.000	65.000
1	TAPA BASE-3, PPAL, S/PLANO	ACERO 1020		65.000	65.000
2	TAPA PIÑONES, S/PLANO	AERO-ACERO 1020		25.000	50.000
2	PIÑON DE EJES, SEGUN PLANO	ACERO 1045		165.000	330.000
1	FRENO ROLLO, SEGUN PLANO	ACERO 1020		75.000	75.000
1	FRENO DE ROLLO, S/PLANO	ACERO 1020		95.000	95.000
1	SOPORTE RODILLO PISADOR, S/PLANO	A-36, BRONCE SAE 62		150.000	150.000
1	RODILLO PISADOR, S/PLANO	ACERO 1045		145.000	145.000
1	BUJE SOPORTE RODILLO, S/PLANO	ACERO 1045		40.000	40.000
1	YUGO DE LA PRENSA, S/PLANO	ACERO 1045		55.000	55.000
1	EJE PESA, SEGUN PLANO	ACERO 1045		55.000	55.000
1	PESA, S/PLANO	ACERO 1020		55.000	55.000
3	MARIPOSA SUJETADORA, S/PLANO	ACERO 1045		35.000	105.000
2	EJE MOVIL RODILLO PISADOR, S/PLANO	ACERO 1045		45.000	90.000
1	EJE SOPORTE RODILLO PISADOR, S/PLANO	AERO 1045 (ACERO)		45.000	45.000
2	YUGO EJE MOVIL PISADOR, SEGUN PLANO	ACERO 1020		45.000	90.000
2	YUGO RODILLO PISADOR, SEGUN PLANO ✓	ACERO 1045 ✓		40.000 ✓	80.000 ✓
1	EJE RODILLO PISADOR, SEGUN PLANO	ACERO 1045		55.000	55.000
1	SOPORTE PORTA PLACA, SEGUN PLANO	AERO -ACERO 1020		150.000	150.000
1	PLACA, SEGUN PLANO	BRONCE SAE 62		135.000	135.000
1	PORTA PLACA, SEGUN PLANO	ACERO 1020		85.000	85.000
1	GUIA TENSORES, SEGUN PLANO	ACERO 1020		75.000	75.000
1	RODILLO GUIA LAMINA DE POLIETILENO	ACERO 1045		90.000	90.000
1	EJE RODILLO GUIA LAM.POL, S/PLANO	ACERO 1045		35.000	35.000
2	EJE GUIA DE CUCHILLA, SEGUN PLANO	ACERO 1020		45.000	90.000

CONTINUA.....

Industrias Jila Ltda.  
NIT. 890.324.697-3  
Tels. 896 0060 - 896 0061

TIEMPO DE ENTREGA

FORMA DE PAGO

VALIDEZ OFERTA

143

FIRMA Y SELLO

DISEÑO - FABRICACIÓN - MANTENIMIENTO - MECANIZADOS



# INDUSTRIAS JILA LTDA.

**METALMECANICA**

INDUSTRIAS JILA LTDA

NIT. 890.324.697-3

ra. 13A No. 23-39 Tels.: 889 4755 - 896 0060 - 896 0061 Fax: 885 1558 E-mail: indujila@telesat.com.co Cali - Colombia

FECHA: CALI, NOVIEMBRE 04 DEL 2.003

EMPRESA: RUBBERMI S.A.

**COTIZACION** 5162  
CONTINUACION COTIZACION # 5161

EL-FAX: SR. (A): ING. NELSON JARA

EN ATENCION A SU SOLICITUD NOS ES GRATO PRESENTARLE LA SIGUIENTE OFERTA:

CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	CODIGO REFER.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	SOPORTE DEL CILINDRO, SEGUN PLANO	ACERO 1020		\$ 65.000	\$ 65.000
1	CUCHILLA, SEGUN PLANO	ACERO 4340		135.000	135.000
1	PLATINA SOP. RESISTENCIA	ACERO 1020		55.000	55.000
2	PORTACUCHILLA, SEGUN PLANO	ACERO 1020		55.000	110.000
1	SOPORTE DE EJES, SEGUN PLANO	ACERO 1020		150.000	150.000
1	SOPORTE CUCHILLA DE POL, SEGUN PLANO	ACERO 1020		150.000	150.000
1	BUJE EJE PIÑON CREMALLERA, S/PLANO	BRONCE SAE 62		135.000	135.000
1	EJE PIÑON CREMALLERA, SEGUN PLANO	ACERO 1045		185.000	185.000
1	BUJE CREMALLERA, SEGUN PLANO	BRONCE SAE 62		30.000	30.000
1	CREMALLERA, SEGUN PLANO	ACERO 4140		150.000	150.000
1	BUJE TAPA MECANISMO, SEGUN PLANO	BRONCE SAE 62		35.000	35.000
1	TAPA CUERPO MECANISMO, SEGUN PLANO	ACERO 1020		165.000	165.000
2	CUÑA CENTRADORA, SEGUN PLANO	BRONCE SAE 62		60.000	120.000
1	BUJE CUERPO MECANISMO, SEGUN PLANO	BRONCE SAE 62		35.000	35.000
1	CUERPO MECANISMO, SEGUN PLANO	ACERO 1020		150.000	150.000
11	RODILLOS GUIA CREMALLERA, SEGUN PLANO	ACERO 1020		25.000	275.000
					MAS IVA

TIEMPO DE ENTREGA A CONVENIR SEGUN NECESIDAD

FORMA DE PAGO 30 DIAS F.F.

VALIDEZ OFERTA 15 DIAS F COTIZACION

144

*Industrias Jila Ltda.*

NIT. 890.324.697-3

Tels. 896.00.60 - 896.00.61

FIRMA Y SELLO

DISEÑO - FABRICACIÓN - MANTENIMIENTO - MECANIZADOS

## ESPECIFICACIÓN TECNICA MATERIA PRIMA

### DESCRIPCIÓN

MATERIAL.....LAMINA DE POLIETILENO

USO.....PARCHE PARA NEUMATICOS

DESCRIPCIÓN MATERIAL... LAMINA DE POLIETILENO BLANCO GRAFILADO

APARIENCIA.....ROLLOS DE LAMINADO

### ESPECIFICACION DE COMPRA

1.- ESTE MATERIAL DEBERA ESTAR LIBRE DE CONTAMINACIÓN Y MATERIALES EXTRAÑOS.

#### ANALISIS

#### ACEPTACION

	MIN.	MAX.
ESPESOR mm.	0.14	0.16
ANCHO mm.	102	106
PESO ROLLO Kg.	3.60	4.00
DENSIDAD gr/cm3	0.94	0.96
COLOR	BLANCO	
CARACTERES	GRAFILADO DE UNO SOLO LADO	